

# Unified control system for motor vehicle - uses forecasting unit for travelling conditions and ambient coeffts. receiving signals from manual setters and sensors

Publication number: DE4209150

Publication date: 1992-09-24

Inventor: ISHII JUNICHI (JP); OHNISHI HIROSHI (JP); KURIHARA NOBUO (JP)

Applicant: HITACHI LTD (JP)

Classification:

- International: **B60T8/174; B60T8/1755; F02D41/26; F16H61/02; B60R16/02; F16H59/50; F16H59/52; F16H59/66; F16H61/00; F16H61/16; B60T8/17; F02D41/00; F16H61/02; B60R16/02; F16H59/50; F16H59/60; F16H61/00; F16H61/16; (IPC1-7): B60K41/00; B60R16/02**

- european: B60K41/28E; B60T8/174; B60T8/1755; F02D41/26; F16H61/02E1M

Application number: DE19924209150 19920320

Priority number(s): JP19910081154 19910322

Also published as:

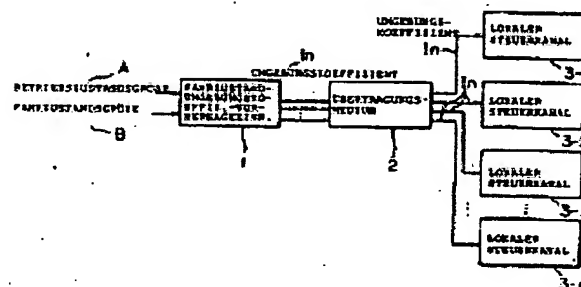
US5410477 (A)  
JP4293626 (A)

Report a data error he

## Abstract of DE4209150

A total control system for motor vehicles has several local control channels (3-1 to 3-h), each independently controlled by an appropriate signal. Such signals are derived from a central evaluation unit (1) employing logic techniques to ascribe a suitable weighting to the vehicle operating parameters (A) e.g. acceleration depression, brake operation, steering angle, etc. together with the instantaneous motion parameters (B) typified by engine r.p.m., vehicle speed, acceleration, etc.. The influence of all relevant variables is summated to generate a system coefficient (In) which is used to optimise the resultant control of the channels (3-1 to 3-n) under all operation conditions.

**USE/ADVANTAGE** - Provides continuous optimisation of vehicle response to driver command under all conditions of operation. Can be driver-selected to conform to either high power response or max. economy mode of operation.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DE 42 09 150 A 1

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 09 150 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 K 41/00**  
B 60 R 16/02

②1 Aktenzeichen: P 42 09 150.0  
②2 Anmeldetag: 20. 3. 92  
④3 Offenlegungstag: 24. 9. 92

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
22.03.91 JP 3-081154

⑦1 Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

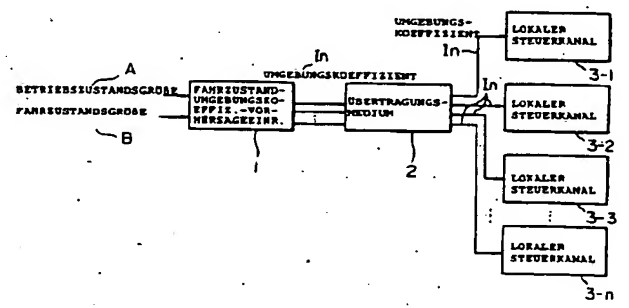
⑦4 Vertreter:  
Beetz, R., Dipl.-Ing.-Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.;  
Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Schmitt-Fumian, W., Prof.  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Mayr, C.,  
Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Ishii, Junichi, Katsuta, JP; Ohnishi, Hiroshi, Hitachi,  
JP; Kurihara, Nobuo, Hitachiota, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Konzentriertes Steuersystem für Kraftfahrzeuge

⑤7 Ein Gesamtsteuersystem für Kraftfahrzeuge, das gewährleistet, daß das Fahrzeugverhalten bei veränderlichen Fahrzustandumgebungen genau den Anforderungen des Fahrers folgt, und das einen gleichmäßigen Übergang bei einer Veränderung der Fahrzustandumgebung bewirkt. Das System umfaßt eine Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (1), die auf der Grundlage von Betriebszustandsgrößen, wie etwa dem Gaspedalniederdrückungsgrad, dem Bremspedalniederdrückungsgrad, der Lenkwinkelposition und dergleichen und auf der Grundlage von Fahrzustandsgrößen wie etwa der Motordrehzahl, der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Längsbeschleunigung und dergleichen einen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten ( $I_n$ ) vorhersagt. Auf der Grundlage dieses Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten werden lokale Steuerkanäle (3-1 bis 3-n) des Kraftfahrzeugs gesteuert. Die Vorhersageeinrichtung erzeugt den Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten mittels eines neuronalen Netzwerks (N) und überträgt ihn über ein fahrzeuginternes Netzwerk und/oder über einen gemeinsamen Speicher an die lokalen Steuerkanäle. Damit kann erfindungsgemäß eine veränderliche Steuerung, die den Fahrzustandumgebungsbedingungen in den lokalen Steuerkanälen entspricht, verwirklicht werden.



DE 42 09 150 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuersystem für Kraftfahrzeuge und insbesondere ein konzentriertes Steuersystem für solche Kraftfahrzeuge, die mit mehreren lokalen Steuerkanälen ausgerüstet sind, die für eine automatische Kraftübertragung, verschiedene Motorsteuersysteme und dergleichen vorgesehen sind und mittels elektrischer Steuersignale gesteuert werden.

Die in einem Kraftfahrzeug zu steuernden Teile sind in mehrere lokale Steuerkanäle etwa für die Steuerung einer automatischen Kraftübertragung, für die Motorsteuerung und dergleichen unterteilt. Beispielsweise wird in einen herkömmlichen Steuersystem für eine automatische Kraftübertragung die Schaltposition durch einen Punkt in einem zweidimensionalen Koordinatensystem festgelegt, auf dessen einer Koordinatenachse der die Drehmomentanforderung wiedergebende Drosselklappenöffnungswinkel und auf dessen anderer Koordinatenachse die den Fahrzustand wiedergebende Fahrzeuggeschwindigkeit aufgetragen sind.

Unter den verschiedenen Steuersystemen für eine automatische Kraftübertragung gibt es solche, deren Schaltpunkte veränderlich sind, indem durch einen manuellen Eingriff des Fahrers mittels eines Betriebsartwählschalters oder dergleichen aus mehreren Schaltcharakteristik-Betriebsarten wie etwa einer Hochleistungsbetriebsart, einer wirtschaftlichen Betriebsart und dergleichen eine Schaltcharakteristik-Betriebsart ausgewählt wird. Selbst für ein solches Steuersystem für eine automatische Kraftübertragung sind die wählbaren Schaltkriterien (Schaltkennlinien) auf eine Hochleistungsbetriebsart bzw. eine wirtschaftliche Betriebsart festgelegt, so daß ein aufeinanderfolgender Wechsel zwischen den Schaltkennlinien nicht möglich ist. Das bedeutet, daß in dem oben erwähnten Typ eines lokalen Steuersystems unabhängig von der Fahrzustand-Umgebungsbedingung die Steuerungen gemäß fest vorgegebener Steuercharakteristiken ausgeführt werden.

Derartige Steuersysteme sind beispielsweise aus JP 64-53 047-A, JP 1-1 13 561-A und aus JP 2-37 015-A bekannt.

Im Stand der Technik besteht das Problem, daß lokale Steuerkanäle nicht für nacheinander veränderbare Steuercharakteristiken in Abhängigkeit von der jeweiligen Fahrzustand-Umgebungsbedingung geeignet sind, so daß sie der beabsichtigten Veränderung der Fahrzustand-Umgebungsbedingung, wie sie vom Fahrer gefordert wird, nicht genau folgen können und somit eine gleichmäßige Veränderung der Steuercharakteristik entsprechend den Anforderungen oder der Absicht des Fahrers nicht verwirklicht werden kann.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein konzentriertes Steuersystem für Kraftfahrzeuge zu schaffen, mit dem veränderbare Steuerungen in lokalen Steuerkanälen, die an die jeweilige Fahrzustand-Umgebungsbedingung genau angepaßt sind, verwirklicht werden können, so daß eine Optimierung des Fahrzeugverhaltens gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein konzentriertes Steuersystem für Kraftfahrzeuge, das eine Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (Schätzeinrichtung) umfaßt, die auf der Grundlage einer mit der Fahrzeugbewegung in Beziehung stehenden Betriebszustandsgröße und auf der Grundlage einer Fahrzustandsgröße eine Fahrzustand-Umgebungsbedingung vorhersagt (schätzt). Derartige Betriebszustandsgrößen umfassen etwa Signale, die den

Gaspedalniederdrückungsgrad, den Bremspedalniederdrückungsgrad, die Lenkwinkelposition und dergleichen angeben, während die Fahrzustandsgröße etwa durch die Motordrehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Längsbeschleunigung des Fahrzeugs und dergleichen gegeben ist. Die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung erzeugt auf der Grundlage der Vorhersageergebnisse einen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten, so daß der Steuerbetrieb aufgrund dieses vorhergesagten Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten in den lokalen Steuerkanälen ausgeführt wird.

Erfindungsgemäß werden zur Erkennung der Fahrzustand-Umgebungsbedingung die Betriebszustandsgröße (der Betriebszustandsparameter) oder die Fahrzustandsgröße (der Fahrzustandsparameter) oder alternativ die vorhergesagten (geschätzten) Werte hiervon in die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung eingegeben, um den Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten abzuleiten. Die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung führt mittels eines neuronalen Netzwerks oder dergleichen eine Vorhersage des Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten aus. Der so abgeleitete Fahrzustand-Umgebungskoeffizient wird mittels eines Übertragungsmediums wie etwa eines fahrzeuginternen Netzwerks und eines gemeinsamen Speichers auf die lokalen Steuerkanäle des Fahrzeugs verteilt. Der lokale Steuerkanal verwendet den durch das Übertragungsmedium empfangenen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten, um eine Steuerung mit verschiedenen Steuercharakteristiken auszuführen. Durch einen solchen Prozeß können lokale Steuerkanäle mit an den jeweiligen Fahrzustand angepaßten veränderlichen Steuercharakteristiken verwirklicht werden.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung sind im Nebenanspruch und in den Unteransprüchen, die sich auf bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beziehen, angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild des konzentrierten Steuersystems für Kraftfahrzeuge gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein Blockschaltbild des Signaleingangssystems für eine Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3A, B erläuternde Darstellungen eines in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendeten neuronalen Netzwerks;

Fig. 4 eine erläuternde Darstellung eines in einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendeten neuronalen Netzwerks;

Fig. 5 ein schematisches Blockschaltbild des konzentrierten Steuersystems für Kraftfahrzeuge gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 ein schematisches Blockschaltbild des konzentrierten Steuersystems für Kraftfahrzeuge gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 ein Blockschaltbild des Signaleingangssystems für eine Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 ein Blockschaltbild einer Anwendung der vorliegenden Erfindung in einer Ausführungsform, mit der die automatische Kraftübertragung eines Kraftfahrzeugs gesteuert wird;

Fig. 9 ein Kennliniendiagramm zur Darstellung der

Schaltcharakteristik der automatischen Kraftübertragung;

Fig. 10 ein erläuterndes Diagramm der Beziehung zwischen einem in einer Ausführungsform der Erfindung verwendeten Parameter und dem Fahrzeuggewicht;

Fig. 11 ein Zeitablaufdiagramm des Prozesses zur Erstellung von Zeitreihenmustern von Eingangssignalen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 12A-D Diagramme für die Beziehung zwischen dem Beschleunigungsverlauf und dem Fahrzeuggewicht gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 13 eine erläuternde Darstellung eines Zustands, in dem die Zeitreihenmuster des Drosselklappenöffnungswinkels, der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Beschleunigung in die ein neuronales Netzwerk umfassende Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung eingegeben werden;

Fig. 14A, B Kennliniendiagramme für Beschleunigungsverlaufsmuster der Beschleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit bei Niederdrücken des Gaspedals für eine steigende Anzahl von Fahrzeuginsassen;

Fig. 15 eine erläuternde Darstellung des Lernprozesses von Beschleunigungsverlaufsmustern in Bezug auf das Fahrzeuggewicht des neuronalen Netzwerks gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 16 ein Zeitablaufdiagramm zur Erläuterung des Auslesezeitablaufs der Eingangssignale in einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 17 ein Blockschaltbild einer synchronen Abtastung ausführenden Schaltung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 18A, B Diagramme zur Erläuterung der Lernprozeßergebnisse gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 19 eine erläuternde Darstellung des praktischen Aufbaus zur Ausführung eines Fahrzeuggewicht-Vorhersageprozesses gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 20 eine erläuternde Darstellung des Prozesses zur Verwirklichung eines in einem Kraftfahrzeug zu installierenden neuronalen Vorhersageprozesses gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 21 eine erläuternde Darstellung der Lern- und Vorhersageergebnisse gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 22A, B Kennliniendiagramme eines Beispiels einer Veränderungscharakteristik der Beschleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit bei einer Beschleunigung aus dem Fahrzeugstillstand, wenn sich im Fahrzeug fünf Insassen befinden;

Fig. 23 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform, bei der die vorliegende Erfindung auf die beschleunigungs- und verzögerungsabhängige Korrektur der Kraftstoffeinspritzmenge des Motors angewendet wird;

Fig. 24 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform, in der die vorliegende Erfindung auf die Steuerung einer Kurvenfahrt angewendet wird;

Fig. 25 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform, in der die vorliegende Erfindung auf die Steuerung einer Bergauffahrt angewendet wird;

Fig. 26 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform, in der die vorliegende Erfindung auf die Steuerung einer Bergabfahrt angewendet wird;

Fig. 27 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform, in der die vorliegende Erfindung auf die kombinierte Steuerung des Motorbetriebs und der automatischen Kraftübertragung angewendet wird; und

Fig. 28–32 erläuternde Darstellungen für verschiedene Hardwarestrukturen zur Verwirklichung der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 ist ein funktionales Blockschaltbild eines konzentrierten Steuersystems für Kraftfahrzeuge gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Wie gezeigt, erzeugt eine Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (Schätz-einrichtung) 1 einen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten In und überträgt diesen Koeffizienten über ein Übertragungsmedium 2 an mehrere lokale Steuerkanäle (Untersysteme) 3-1, 3-2, 3-3, ..., 3-n. Die lokalen Steuerkanäle werden allgemein mit dem Bezugszeichen 3 bezeichnet. Im Ergebnis führen die jeweiligen lokalen Steuerkanäle 3-1 bis 3-n auf der Grundlage des empfangenen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten In veränderbare Steuerungen der jeweiligen Kanäle aus.

Die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung 1 empfängt in Abhängigkeit von den Erfordernissen eine Betriebszustandsgröße A oder eine Fahrzustandsgröße B. Hierbei kann die Betriebszustandsgröße A einen Gaspedalniederdrückungsgrad, einen Bremspedalniederdrückungsgrad (entsprechend der aufgewendeten Kraft), eine Lenkwinkelposition usw. umfassen. Die Fahrzustandsgröße B kann die Motordrehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Beschleunigung in vertikaler und seitlicher Richtung und/oder die Längsbeschleunigung und dergleichen umfassen. Das Übertragungsmedium 2 stellt zwischen der Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung 1 und den lokalen Steuerkanälen 3-1 bis 3-n eine Verbindung her. Wenn, wie in Fig. 1 gezeigt, der lokale Steuerkanal 3 mehrere Steuerkanäle umfaßt, kann das Übertragungsmedium 2 ein die jeweiligen Steuerkanäle miteinander verbindendes internes Netzwerk aufweisen. Wenn der Steuerkanal 3 alternativ so beschaffen ist, daß er unter einem gemeinsamen, zentralen Verarbeitungssystem eine Steuerung ausführt, kann das Übertragungsmedium 2 einen über Busleitungen verbundenen Speicher umfassen.

In Fig. 2 sind der Aufbau der Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung und der Aufbau ihres Eingangsabschnittes im einzelnen gezeigt. In der gezeigten Ausführungsform umfaßt die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung 1 ein neuronales Netzwerk. Das neuronale Netzwerk ist so beschaffen, daß es auf Veränderungsmuster der jeweiligen Betriebszustandsgrößen  $A_1$ ,  $A_2$ , ... oder des Fahrzustandsparameters B, die in einer Zeitreihe gegeben sind, anspricht, um diese Eingänge über Zeitreihenmuster-Gewinnungseinrichtungen 5-1, 5-2, ..., 5-n zu empfangen und abzutasten. Die Abtastung der Eingänge in einer Zeitreihe wird synchron zu einem Triggersignal von einer Triggererfassungseinrichtung 4 ausgeführt. Das Triggersignal wird aufgrund der Zustandssignale  $C_1$  und  $C_2$  erzeugt. Wenn beispielsweise der Gaspedalniederdrückungsgrad für das Zustandssignal  $C_1$  verwendet wird, kann eine Synchronisation zwischen dem neuronalen Netzwerk und der Beschleunigung bzw. Verzögerung des Fahrzeugs hergestellt werden.

Es wird darauf hingewiesen, daß es, obwohl in der gezeigten Ausführungsform die Fahrzustandumgebung durch eine Mustererkennung von dynamischen Signalen mittels eines Zeitreihenmuster-Erzeugungsprozesses vorhergesagt wird, möglich ist, eine Vorverarbeitung der jeweiligen Signale auszuführen und im voraus die Merkmale der Signale auszublenden und dann in das neuronale Netzwerk einzugeben.

Im folgenden wird eine kurze Beschreibung des in der gezeigten Ausführungsform der Erfindung verwendeten neuronalen Netzwerks gegeben. Wie wohlbekannt ist, ist ein neuronales Netzwerk ein Netzwerk, das die Neuronen in einem menschlichen Gehirn simuliert. Wie in den Fig. 3A und 3B gezeigt, sind mehrere über Synapsen verbundene Einheiten zu einem neuronalen Netzwerk N kombiniert. Im gezeigten Fall ist der Eingang X ( $X_1, X_2, X_3$ ) für die Einheit eine gewichtete Gesamtsumme, die durch Multiplikation der Eingangswerte mit Gewichtungsfaktoren der Synapsen abgeleitet wird.

Bezüglich dieser Eingabe schafft die Einheit X eine Ausgabe gemäß einer S-Funktion Y. Diese Funktion Y nähert sich schnell dem Wert 1 an, wenn der Eingang X den Wert 0 überschreitet, wobei die Charakteristik der Funktion die Eigenschaft des Neurons im Gehirn festlegt. Es wird darauf hingewiesen, daß das in den Fig. 3A und 3B dargestellte neuronale Netzwerk vom sogenannten Ramelhart-Typ ist, um das Signal über eine Eingangsstufe (Eingangsschicht), eine Zwischenstufe (verborgene Schicht) und eine Ausgangsstufe (Ausgangsschicht) zu übertragen.

Wie in Fig. 4 gezeigt, ist das neuronale Netzwerk N so beschaffen, daß es ein überwachtes Lernen in Rückwärtsausbreitung zu geringerem Synapsengewichtungsfaktor ausführen kann, so daß das Ausgangssignal als Lehrsignal (gewünschter Wert) für das Eingangssignal erhalten wird. Im Normalfall ist ein Lernprozeß durch Rückausbreitung mehrere tausendmal erforderlich. Wenn andererseits das Lernen eines Synapsengewichtungsfaktors einmal abgeschlossen ist, wird die Dauer, die für die Rechenoperation zum Ableiten des Ausgangs aus dem Eingang erforderlich ist, kürzer als während des Lernprozesses.

In Fig. 5 ist eine Ausführungsform der Erfindung gezeigt, die eine Umgebungskoeffizient-Lerneinrichtung 6 enthält. Für die Umgebungskoeffizient-Lerneinrichtung 6 ist ein Lehrsignal (Überwachungssignal)  $Y_t$  für den Umgebungskoeffizienten vorgesehen. Die Umgebungskoeffizient-Lerneinrichtung 6 berechnet eine Differenz zwischen dem durch das Lehrsignal  $Y_t$  angegebenen Umgebungskoeffizienten und einen tatsächlich erzeugten Umgebungskoeffizienten  $I_n$ , um die Gewichtung des neuronalen Netzwerks entsprechend dem Lernalgorithmus der Rückausbreitung im neuronalen Netzwerk N zu lernen.

Folglich ist in der gezeigten Ausführungsform ein direkt prozeßgekoppeltes oder Online-Rückausbreitungslernen möglich, so daß das neuronale Netzwerk während der Fahrt erzeugt und verwendet werden kann.

In Fig. 6 ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt, in der das Ausgangssignal eines jeden der lokalen Steuerkanäle 3-1 bis 3-n als Lehrsignal  $Y_t$  für den Umgebungskoeffizienten der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform verwendet wird. Wenn unter Verwendung einer Basis-Kraftstoffeinspritzmenge  $T_p$ , die wie verschiedene andere Signale zum Steuern des Motors die Motorlast darstellt, die Motorlast vorhergesagt werden soll, kann das neuronale Netzwerk zum Ausführen der Vorhersage der Motorlast aufgebaut werden, so daß die Motorlast in Echtzeit vorhergesagt werden kann.

Es wird darauf hingewiesen, daß in der Ausführungsform zur Echtzeitvorhersage der Rechenaufwand, der die additive Integration der berechneten Größe und die Exponentialfunktion umfaßt, groß ist, so daß ein hierfür geeigneter Rechenchip für einen Neuronen- oder Digi-

talsignalprozessor verwendet werden kann. Es können jedoch auch andere Einrichtungen, die für eine Hochgeschwindigkeits-Rechenoperation geeignet sind, verwendet werden.

In Fig. 7 ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt, in der die Umgebungskoeffizient-Lerneinrichtung 6 zu der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform hinzugefügt ist. In diesem Fall besitzt das Lehrsignal dieselbe Form wie in Fig. 6. Es ist jedoch möglich, die Umgebungskoeffizient-Lerneinrichtung so abzuwandeln, daß ein nicht überwachtes Lernen ausgeführt wird, um einen nicht direkt prozeßgekoppelten oder Offline-Lernvorgang auszuführen.

In Fig. 8 ist eine Ausführungsform gezeigt, in der die vorliegende Erfindung auf die Steuerung von Schaltkennlinien einer automatischen Kraftübertragung angewendet wird. Zunächst wird mit Bezug auf das Kennliniendiagramm von Fig. 9 die Schaltkennliniensteuerung für die automatische Kraftübertragung beschrieben. In Fig. 9 sind (1 → 2)-Schaltkennlinien zum Hochschalten vom ersten Übersetzungsverhältnis zum zweiten Übersetzungsverhältnis gezeigt. Die durchgezogene Linie auf der linken Seite stellt die Schaltkennlinie in der wirtschaftlichen Betriebsart dar. Es wird darauf hingewiesen, daß das gezeigte Diagramm auf der horizontalen Achse durch die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{sp}$  und auf der vertikalen Achse durch den Drosselklappenöffnungswinkel  $\Theta_{th}$  gegeben ist.

Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit während einer Beschleunigung bei konstantem Drosselklappenöffnungswinkel ansteigt, verschiebt sich der Funktionswert (Wirkpunkt) von der linken Seite der 1 → 2-Schaltkennlinie zur rechten Seite derselben, so daß ein Schaltvorgang in das zweite Übersetzungsverhältnis (in den zweiten Gang) bewirkt wird. Wenn die wirtschaftliche Betriebsart gewählt ist, befindet sich die Schaltkennlinie links von der Kennlinie für die Hochleistungsbetriebsart. Daher wird ein Hochschalten bei geringer Fahrzeuggeschwindigkeit bewirkt, um den Gesamtkraftstoffverbrauch entsprechend der wirtschaftlichen Betriebsart gering zu halten.

Im Stand der Technik sind nur zwei Wahlmöglichkeiten, die wirtschaftliche Betriebsart und die Hochleistungsbetriebsart, vorhanden. Im Gegensatz hierzu kann in der gezeigten Ausführungsform gleichmäßig und nacheinander die Schalteigenschaft zwischen diesen beiden Schaltkennlinien verändert werden. Die Nichtlinearität der Schaltkennlinie wird durch besondere Eigenschaften des Motors und der Kraftübertragung hervorgerufen und ist daher in Abhängigkeit vom besonderen Motor und von der besonderen Kraftübertragung, auf die die vorliegende Erfindung angewendet wird, veränderbar.

Bei der Kennlinie für die wirtschaftliche Betriebsart, die für einen sparsameren Kraftstoffverbrauch gesetzt wird, wird durch die Erhöhung des Parameters X die Schaltcharakteristik der Kraftübertragung zur Kennlinie der Hochleistungsbetriebsart verschoben. Dadurch wird das niedrigere Übersetzungsverhältnis häufiger verwendet, so daß in dem Bereich, in dem das niedrigere Übersetzungsverhältnis verwendet werden kann, ein höheres Drehmoment an die Räder übertragen wird. Daher wird bei einer Zunahme des Fahrzeuggewichts der Parameter X erhöht, um den Bereich, in dem das niedrigere Übersetzungsverhältnis verwendet wird, zu erweitern, um so die Drehmomentcharakteristik während der Beschleunigung zu verbessern.

In Fig. 10 ist die Beziehung zwischen dem Fahrzeug-

gewicht  $W$  und einem Parameter  $X$  gezeigt. Es ist ersichtlich, daß die Beziehung eine monoton steigende Funktion ist. Wenn daher das Fahrzeuggewicht  $W$  groß ist, nimmt der Parameter  $X$  einen großen Wert an. Im Ergebnis nähert sich die Schaltkennlinie von Fig. 9 derjenigen der Hochleistungsbetriebsart an.

Nun wird wieder auf Fig. 8 Bezug genommen. Das Drehmoment des Motors 10 wird über die automatische Kraftübertragung 11 an das Fahrzeug 12 (d. h. an die Antriebsräder des Fahrzeugs) übertragen. Die daraus ergebende Beschleunigung des Fahrzeugs 12 wird mittels eines Beschleunigungssensors 13 erfaßt, woraufhin die erfaßte Beschleunigung in die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung 1 eingegeben wird. Die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung 1 empfängt Signale, die den Drosselklappenöffnungswinkel (Öffnungsgrad)  $\Theta_{th}$ , die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{sp}$  und die Längsbeschleunigung  $a$  des Fahrzeugs darstellen, von den jeweiligen Sensoren, um das Fahrzeuggewicht vorherzusagen (zu schätzen). Eine Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Umwandlungseinrichtung 14 wandelt das Fahrzeuggewicht in den Koeffizienten  $X$  um. Eine Schaltbefehl-Umwandlungseinrichtung 15 gibt an die automatische Kraftübertragung 11 einen Schaltbefehl aus.

In Fig. 11 sind die jeweiligen Zeitabläufe zum Auslesen der Signale mittels der Zeitreihenmuster-Gewinnungseinrichtung 5 gezeigt. Es ist ersichtlich, daß die gezeigte Ausführungsform so beschaffen ist, daß die Signale in gegebenen konstanten Intervallen periodisch abgetastet werden. Mit der Eingabe der jeweiligen Signale durch die Triggererfassungseinrichtung 4 wird begonnen, wenn der differenzierte Wert des Drosselklappenöffnungswinkels  $\Theta_{th}$  einen vorgegebenen Wert übersteigt.

In den Fig. 12A bis 12D sind Wellenformen des in der Praxis auftretenden Beschleunigungsverlaufes gezeigt. Das heißt, daß bei zunehmendem Drosselklappenöffnungswinkel der Spitzenwert der Beschleunigung ansteigt. Ferner wird bei einer Zunahme des Fahrzeuggewichts der Spitzenwert der Beschleunigung herabgesetzt.

Hierbei stellen die Fig. 12A und 12C die Beschleunigungscharakteristik bei gleichem Drosselklappenöffnungswinkel dar. Da hierbei die Antriebslasten einander gleich sind, kann das Fahrzeuggewicht vorhergesagt werden. Das bedeutet, daß die Vorhersage des Fahrzeuggewichts durch das neuronale Netzwerk dadurch ausgeführt werden kann, daß eine Mustererkennung der Wellenformen der Beschleunigungsverläufe der Fig. 12A und 12C ausgeführt wird. Die Beschleunigungsverläufe der Fig. 12B und 12D können ebenfalls auf äquivalente Weise erkannt werden. Daraus folgt, daß bei Mustern mit gleichem Drosselklappenöffnungswinkel das Fahrzeuggewicht anhand der Spitzenwerte der Beschleunigungsverlaufsmuster vorhergesagt (geschätzt) werden kann.

Wie aus der obigen Beschreibung leicht ersichtlich ist, kann anstatt der Erzeugung von Zeitreihenmustern eine vorhergehende Bearbeitung, etwa die Erfassung des Drosselklappenöffnungswinkel-Veränderungsmusters oder die Erfassung des Spitzenwertes der Beschleunigung ausgeführt werden, um das Fahrzeuggewicht vorherzusagen.

Das wesentliche Merkmal des neuronalen Netzwerks besteht in der Fähigkeit des Lernens von funktionalen Zusammenhängen, die selbst verschiedene nichtlineare Zusammenhänge umfassen können.

Dieses Merkmal wird mit Bezug auf Fig. 13 beschrieben. In dieser Figur ist ein Zustand gezeigt, in dem die Zeitreihenmuster des Drosselklappenöffnungswinkels, der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Beschleunigung in das neuronale Netzwerk eingegeben werden. In dem gezeigten Beispiel wird das vorhergesagte Fahrzeuggewicht  $W$  von einem Einzelkanal-Ausgang als Analogwert ausgegeben. Es ist jedoch möglich, das Fahrzeuggewicht in fünf Bereiche zu unterteilen und Zustandsbits zu setzen, wenn das Fahrzeuggewicht innerhalb des zugehörigen Gewichtsbereichs liegt. Der Grund dafür, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{sp}$  eingegeben wird, besteht in der Notwendigkeit eines den Beschleunigungsverlauf festlegenden Parameters.

Bisher ist eine Fahrzeuggewichtsvorhersage gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben worden. Weitere Einzelheiten der Vorhersage des Fahrzeuggewichts werden im folgenden mit eher praktischer Zielsetzung angegeben.

In den Fig. 14A und 14B sind Wellenformen der Beschleunigungsverlauf der Fahrzeugbeschleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit bei einem Anstieg des Gaspedalniederdrückungsgrades gezeigt. Es ist ersichtlich, daß bei einer Zunahme der Anzahl der Fahrzeuginsassen sowohl die Beschleunigung als auch die Geschwindigkeit des Fahrzeugs kleiner werden. Das neuronale Netzwerk kann solche Beschleunigungsverläufe erlernen.

In Fig. 15 ist der Lernprozeß im neuronalen Netzwerk bezüglich der Wellenform des Beschleunigungsverlaufs in Abhängigkeit vom Fahrzeuggewicht gezeigt. Zunächst werden der Drosselklappenöffnungswinkel, die Beschleunigung und die Fahrzeuggeschwindigkeit bei einem Fahrzeuggewicht von 1000 kg so unterteilt, daß endlich viele diskrete Daten gebildet werden. Die so erzeugten Daten endlicher Anzahl werden in das neuronale Netzwerk eingegeben. Die eingegebenen Werte, die die Form endlich vieler diskreter Daten besitzen, werden mit Gewichtungsfaktoren der Synapsen zwischen der Zwischenstufe und der Ausgangsstufe multipliziert, um die Ausgänge anhand dieser Produkte darzustellen.

Folglich kann mit der obenbeschriebenen Ausführungsform das Fahrzeuggewicht vorhergesagt werden. Selbst wenn das Fahrzeuggewicht und die Beschleunigung über eine nichtlineare Beziehung korreliert sind, können derartige nichtlineare Beziehungen vom neutralen Netzwerk geeignet gelernt werden, um den Aufbau eines Gesamtsteuersystems für das Kraftfahrzeug zu erleichtern.

Um hierbei die Differenz zwischen dem vorhergesagten Fahrzeuggewicht und dem zu überwachenden tatsächlichen Fahrzeuggewicht zu verringern, werden die Gewichtungsfaktoren der Synapsen im neuronalen Netzwerk modifiziert. Dieser Prozeß wird als Lernprozeß bezeichnet.

Der Lernprozeß wird auf die gleiche Weise ausgeführt, wenn auf zwei weitere Typen von Wellenformen, die den Fahrzeuggewichten von 1100 kg und 1200 kg entsprechen, zurückgegriffen wird. Um den Lernprozeß abzuschließen, müssen diese drei Muster wiederholt gelernt werden. Die Anzahl der Lernzyklen beträgt normalerweise einige Tausend bis einige Zehntausend.

Das Auslesen der jeweiligen Wellenformen wird synchron zur Vorderflanke des den Drosselklappenöffnungswinkel angegebenden Signals ausgeführt, wie in Fig. 16 gezeigt ist. Es werden drei Typen von Wellenformen in einem gegebenen, konstanten Intervall peri-



odisch abgetastet. In Fig. 16 stellt die unterste Impulsreihe ein synchrones Abtastsignal dar, so daß die jeweiligen Signale mit einem Takt abgetastet werden, der durch dieses synchrone Abtastsignal definiert ist.

In Fig. 17 ist ein Beispiel einer Schaltung gezeigt, die zur Verwirklichung einer synchronen Abtastung geeignet ist. Die Schaltung umfaßt eine Vorderflankensynchronsignal-Erzeugungseinrichtung 20, die die Vorderflanke des den Drosselklappenöffnungswinkel darstellenden Signals erfaßt und ein Vorderflankensynchronsignal erzeugt. Eine Synchron-Abtastsignal-Erzeugungseinrichtung 21 erzeugt synchron zum Vorderflankensynchronsignal in einem gegebenen konstanten Intervall ein synchrones Abtastsignal. Eine Abtast-/Halteschaltung 22 spricht auf das Synchron-Abtastsignal an, um eine Abtast- und Halteoperation auszuführen. Die Schaltung umfaßt außerdem einen Multiplexer 23 und einen Analog-/Digitalumsetzer (A/D-Umsetzer) 24. Die Schaltung von Fig. 17 mit dem obigen Aufbau ist so beschaffen, daß sie drei Wellenformtypen der Synchron-Abtastsignale erzeugt. Es wird darauf hingewiesen, daß es, obwohl in Fig. 17 eine Ausführungsform mit einer hardwaremäßigen Schaltungskonstruktion gezeigt ist, möglich ist, die gleiche Funktion durch die Steuerung eines Taktgebers und eines analogen Eingangskanals auf einem Einchip-Mikrocomputer softwaremäßig zu verwirklichen. In diesem Fall kann die Synchronisation so gewählt werden, daß Fehler unberücksichtigt bleiben können. Dadurch kann unter Verwendung der Funktion im Mikrocomputer eine vollständig synchrone Abtastung hergestellt werden.

In den Fig. 18A und 18B sind Beispiele der Lernergebnisse des in Fig. 15 gezeigten Aufbaus gezeigt. Die gezeigten Beispiele machen deutlich, daß der Fehler nach ungefähr 40 000 Lernzyklen ausreichend klein wird und daß das Ergebnis für eine praktische Anwendung nützlich wird, wenn die Gewichtungsfaktoren der Synapsen einmal gelernt worden ist.

In Fig. 19 ist der praktische Aufbau eines Vorhersageprozesses für das Fahrzeuggewicht gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Ein wesentliches Merkmal der vorliegenden Ausführungsform besteht darin, daß die Vorhersagebedingung bei einer Beschleunigung aus dem Stillstand des Fahrzeugs, bei der eine hohe Empfindlichkeit für den Beschleunigungsverlauf vorhanden ist, festgesetzt wird. In diesem Fall ist die Schaltposition selbstverständlich durch das erste Übersetzungsverhältnis gegeben. Ein weiteres Merkmal der gezeigten Ausführungsform besteht in der zusätzlichen Verwendung der Temperatur des Motor Kühlmittels als Eingang für das neuronale Netzwerk, da bei kaltem Motor eine Korrektur der Motorausgangsleistung erforderlich ist. Dadurch ist eine Korrekturverarbeitung der Temperaturcharakteristik bei einer Beschleunigung aus dem Stillstand des Fahrzeugs bei kaltem Motor und kalter automatischer Kraftübertragung möglich.

In Fig. 20 ist eine in einem Fahrzeug installierbare Ausführungsform eines Prozesses zur Verwirklichung der Vorhersage durch ein neuronales Netzwerk gezeigt. In dieser Ausführungsform wird das Lernen der Gewichtungsfaktoren im neuronalen Netzwerk zur Vorhersage des Fahrzeuggewichts in einem Offline-Prozeß ausgeführt, wobei die Gewichtungsfaktoren der Synapsen für das neuronale Netzwerk in einem ROM gespeichert sind und im Mikrocomputer verwendet werden. Daher ist in der gezeigten Ausführungsform ein Online-Lernen der Gewichtungsfaktoren der Synapsen nicht

möglich. Durch die Verwendung eines schnell lernenden neuronalen Netzwerks wird jedoch die Online-Vorhersage des Fahrzeuggewichts möglich. Wenn künftig Online-Lernprozesse für Neuronenchips oder OSPs zur Verfügung stehen, wird es möglich sein, eine Online-Korrektur der Gewichtungsfaktoren auszuführen.

In Fig. 21 sind die Vorhersageergebnisse für das Fahrzeuggewicht des neuronalen Netzwerks von Fig. 19 nach dem Lernen des Fahrzeuggewichts dargestellt. Wie ersichtlich ist, kann mit der in Fig. 19 gezeigten Ausführungsform eine hochgenaue Auflösung bis zu 10 kg erzielt werden. Der Grund hierfür besteht darin, daß durch die Eingabe der Beschleunigung, der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Drosselklappenöffnungswinkels ohne Abtastphasendifferenz ein hochgenauer Lernprozeß ausgeführt werden kann.

In den Fig. 22A und 22B sind Veränderungscharakteristiken für die Beschleunigung und die Fahrzeuggeschwindigkeit bei einer Beschleunigung aus dem Stillstand des Fahrzeugs und mit fünf Fahrzeuginsassen gezeigt. Durch die Erfassung des Fahrzeuggewichts und die eine Anpassung an das Fahrzeuggewicht bewirkende Modifikation der Schaltcharakteristik, die durch die durchgezogene Linie gezeigt ist, wird der Hochschaltzeitpunkt verzögert, so daß das erste Übersetzungsverhältnis im Vergleich zu der durch die unterbrochene Linie gezeigten Schaltcharakteristik, bei der das Schaltmuster nicht an das Fahrzeuggewicht angepaßt ist, länger verwendet wird. Aus den Fig. 22A und 22B ist ersichtlich, daß durch die auf die Anpassung an das Fahrzeuggewicht abzielende Modifikation der Schaltcharakteristik bessere Beschleunigungseigenschaften erhalten werden können.

Daher können in der gezeigten Ausführungsform die Schaltkennlinien für die automatische Kraftübertragung so festgelegt werden, daß sie an das Fahrzeuggewicht angepaßt sind, so daß die Antriebseigenschaften des Fahrzeugs und die Wirtschaftlichkeit des Kraftstoffverbrauchs entsprechend dem Fahrzeuggewicht optimiert werden können.

In Fig. 23 ist eine weitere Ausführungsform gezeigt, in der die vorliegende Erfindung auf die Korrektur der Kraftstoffeinspritzmenge des Motors während der Beschleunigung bzw. der Verzögerung des Fahrzeugs angewendet wird. In der gezeigten Ausführungsform werden durch ein die Beschleunigung und die Verzögerung erfassendes neuronales Netzwerk 31 zur Vorhersage der Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsgröße verschiedene Signale, z. B. den Drosselklappenöffnungswinkel  $\Theta_{th}$ , die Basis-Kraftstoffeinspritzmenge oder -periode  $T_p$  und die Motordrehzahl, die über eine Zeitreihenmuster-Verarbeitungseinrichtung 30 empfangen werden, verarbeitet. Die vorhergesagte Beschleunigungs- oder Verzögerungsgröße wird als Fahrzustand-Umgebungs-koeffizient in Form eines Analogsignals ausgegeben. Anhand des so abgeleiteten Fahrzustand-Umgebungs-koeffizienten wird eine auf die Beschleunigung/Verzögerung ansprechende Steuerung ausgeführt, um für den Motor eine Kraftstoffeinspritzsteuerung 33 und eine Zündzeitpunktsteuerung 34 auszuführen und so die Kraftstoffeinspritzmenge und den Zündzeitpunkt während der Beschleunigungs- oder Verzögerungsperiode zu steuern.

In Fig. 27 ist eine Abwandlung der Ausführungsform von Fig. 23 gezeigt, die auf die Korrektur der Kraftstoffeinspritzsteuerung für den Motor während der Beschleunigung oder der Verzögerung und auf die Verriegelungssteuerung der automatischen Kraftübertragung



angewendet wird. In dieser Ausführungsform findet die Verriegelung der automatischen Kraftübertragung während der Verzögerung statt, um die Kraftstoffzufuhr-Unterbrechungsfunktion der Kraftstoffeinspritzsteuerung während der Verzögerung wirksamer zu gestalten. Andererseits wird während der Beschleunigung die Verriegelung der automatischen Kraftübertragung aufgehoben. Es ist ersichtlich, daß in dieser Ausführungsform während der Beschleunigung und der Verzögerung sowohl der Motor als auch die automatische Kraftübertragung gesteuert werden. Da in der gezeigten Ausführungsform die Größen der Beschleunigung bzw. der Verzögerung genau vorhergesagt werden können, sind eine Kraftstoffeinspritzsteuerung und eine Zündzeitpunktsteuerung möglich, mit denen der Motorbetrieb im Hinblick auf die Motorleistung und den Kraftstoffverbrauch optimiert werden kann. Zusätzlich kann erfindungsgemäß während der Verzögerung eine Abgassteuerung und eine Kraftstoffzufuhr-Unterbrechungssteuerung geeignet ausgeführt werden, um die Wirtschaftlichkeit des Kraftstoffverbrauchs weiter zu verbessern.

In Fig. 24 ist eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt, in der ein auf die Fahrzeugkurvenfahrt bezogener Fahrzustand-Umgebungskoeffizient erzeugt wird. Von der Zeitreihenmuster-Verarbeitungseinrichtung 30 werden verschiedene Eingangssignale, z. B. der Drosselklappenöffnungswinkel  $\Theta_{th}$ , die Lenkwinkelposition und die Motordrehzahl empfangen. Die empfangenen Signale werden in einem neuronalen Netzwerk 35 zur Erfassung einer auf die Kurvenfahrt des Fahrzeugs bezogenen Größe verarbeitet, so daß diese auf die Kurvenfahrt des Fahrzeugs bezogene Größe vorhergesagt werden kann. Die auf die Kurvenfahrt des Fahrzeugs bezogene Größe wird als Fahrzustand-Umgebungskoeffizient ausgegeben. Anhand des auf diese Weise abgeleiteten Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten wird eine Kurvenfahrtverlaufssteuerung 36 ausgeführt. Durch diese Kurvenfahrtverlaufssteuerung werden eine Schaltsperrsteuerung 37 für die automatische Kraftübertragung und eine Motorausgangsleistung-Begrenzungssteuerung 28 ausgeführt, um einen Schaltvorgang der automatischen Kraftübertragung zu verhindern und das Motorausgangsdrehmoment zu begrenzen, und eine hohe Fahrstabilität des Fahrzeugs während der Kurvenfahrt beizubehalten.

In dieser Ausführungsform werden eine Schaltsperrsteuerung für die automatische Kraftübertragung zur Vermeidung einer plötzlichen Änderung des Antriebsdrehmomentes und eine Motorausgangsleistung-Begrenzungssteuerung zur Vermeidung eines seitlichen Schlupfes, der zu einem durch eine zu hohe Leistung verursachten übersteuern führen würde, erzielt.

Wenn in der gezeigten Ausführungsform der Drosselklappenöffnungswinkel, die Lenkwinkeländerung und der Bremspedalniederdrückungsgrad als Eingänge verwendet werden, kann der Eintritt in die Kurve erfaßt werden, um so eine weiter verfeinerte Kurvenfahrtsteuerung zu ermöglichen.

Für die auf die Kurvenfahrt des Fahrzeugs bezogene Größe können eine Giergeschwindigkeit und/oder eine Querschleunigung in Form analoger Werte vorhergesagt werden. Damit kann ein unbeabsichtigter Schaltvorgang der automatischen Kraftübertragung erfolgreich vermieden werden, um eine zufriedenstellende Fahrstabilität während der Kurvenfahrt des Fahrzeugs zu erzielen.

In Fig. 25 ist eine weitere Ausführungsform der vor-

liegenden Erfindung gezeigt, in der der Fahrzustand bei einer Bergauffahrt erfaßt wird, um mittels des neuronalen Netzwerks einen diesbezüglichen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten zu erzeugen. In der gezeigten Ausführungsform werden Eingangssignale wie etwa der Drosselklappenöffnungswinkel, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Kraftübertragungs-Schaltposition und die Beschleunigung des Fahrzeugs in die Zeitreihenmuster-Verarbeitungseinrichtung 30 eingegeben. Ein neuronales Netzwerk 39 zur Erfassung des Bergauf-Fahrzustandes verarbeitet den Drosselklappenöffnungswinkel und die Fahrzeuggeschwindigkeit relativ zur Schaltposition, um den Steigungswinkel der Straße als Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten vorherzusagen.

Anhand des vorhergesagten Steigungswinkels wird eine Steigungsverlaufssteuerung 40 ausgeführt, um eine auf eine Bergauffahrt bezogene Steuerung 41 der automatischen Kraftübertragung zu bewirken, damit ein Bergaufbetrieb-Schaltmuster erzeugt werden kann, mit dem unter Vermeidung schneller Wechsel zwischen den Übersetzungsverhältnissen aufgrund geringer Veränderungen des Gaspedalniederdrückungsgrades ein konstantes Übersetzungsverhältnis beibehalten werden kann.

Daher kann in der gezeigten Ausführungsform ein unbeabsichtigtes und wiederholtes Hinaufschalten oder Herunterschalten des Getriebeübersetzungsverhältnisses erfolgreich vermieden werden, wodurch verbesserte Antriebs Eigenschaften und ein verbesserter Fahrkomfort des Fahrzeugs erzielt werden. Andererseits kann für die Vorhersage des Fahrzeuggewichts der in Fig. 28 gezeigte Schaltungsblock verwendet werden. Durch den Einbau dieses Schaltungsblocks in den oben erwähnten Aufbau kann der Fahrwiderstand bei einer Bergauffahrt genauer erfaßt werden, so daß eine genauere Steuerung möglich ist.

In Fig. 26 ist eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt, in der die Bergabfahrt erfaßt wird, um einen darauf basierenden Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten zu erzeugen. Als Eingangssignale werden der Drosselklappenöffnungswinkel, die Getriebeschaltposition, die Fahrzeuggeschwindigkeit und der Bremspedalniederdrückungsgrad in die Zeitreihenmuster-Verarbeitungseinrichtung 30 eingegeben. Ein neuronales Netzwerk 42 zur Erfassung des Gefälles empfängt und verarbeitet die Zeitreihenmuster des Drosselklappenöffnungswinkels, der Getriebeschaltposition, der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Bremspedalniederdrückungsgrades, um den Gefällewinkel der Straße vorherzusagen und so einen entsprechenden Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten zu erzeugen.

Auf der Grundlage des den Gefällewinkel angehenden Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten wird eine Gefälleverlaufssteuerung 43 ausgeführt, wobei eine automatische Motorbremsbetriebsart-Steuerung 44 für die automatische Kraftübertragung und eine Motorausgangsleistung-Begrenzungssteuerung 45 ausgeführt werden, um eine automatische Motorbremswirkung zu erzielen. Wenn in der Praxis die Fahrzeuggeschwindigkeit bei im wesentlichen vollständig geschlossener Drosselklappe, d. h. in der Leerlaufposition, zunimmt, wird die Getriebeschaltposition aufgrund eines Niederdrückens und Haltens des Bremspedals zum zweiten Übersetzungsverhältnis geschaltet, um eine Motorbremswirkung zu erzielen.

Es ist vorteilhaft, den Motor so zu steuern, daß der Kraftstoffverbrauch minimiert wird, wenn die Motorbremse betätigt wird, um so die Kraftstoffersparnis zu

steigern.

In der gezeigten Ausführungsform kann das zweite Übersetzungsverhältnis und/oder das erste Übersetzungsverhältnis durch eine Wähleinrichtung der automatischen Kraftübertragung gesperrt werden, um die Möglichkeit einer fehlerhaften Operation zu verringern. Es wird darauf hingewiesen, daß die gezeigte Ausführungsform mit der in Fig. 27 gezeigten Ausführungsform, in der eine Verriegelung der automatischen Kraftübertragung während der Verzögerung ausgeführt wird, um die Kraftstoffzufuhr-Unterbrechungsfunktion der Kraftstoffeinspritzsteuerung während der Verzögerung wirksamer zu gestalten, kombiniert werden kann. Andererseits wird während der Beschleunigung die Verriegelung der automatischen Kraftübertragung aufgehoben.

Während in den bisher beschriebenen Ausführungsformen der jeweilige Fahrzustand-Umgebungskoeffizient für lokale Steuerkanäle verwendet wird, wird in einer alternativen Ausführungsform der Erfindung der Fahrzustand-Umgebungskoeffizient unter einer besonderen Adresse in einem Speicher abgelegt, um ihn bei Auftreten einer Abnormalität des Fahrzustandes als Referenzinformation zu verwenden. In dieser alternativen Ausführungsform kann die fahrzeuginterne Prüffunktion erweitert werden. Wenn das Fahrzeuggewicht als Beispiel verwendet wird, wird das Vorhersageergebnis des Fahrzeugesamtgewichts durch das Fahrzeugleergewicht, die Anzahl der Fahrzeuginsassen und das Gewicht des Gepäcks bestimmt. Die oben erwähnte Funktion kann zur Erfassung übermäßig hohen oder geringen Gewichts verwendet werden, um so einen Defekt des Verarbeitungssystems wie etwa einen Defekt des Beschleunigungssensors feststellen zu können.

Da die erläuterten Ausführungsformen so beschaffen sind, daß der jeweilige lokale Steuerkanal direkt durch die Ausgänge des neuronalen Netzwerks gesteuert werden kann, besteht hinsichtlich der Auswahl sicherheitseigenschaften der weitere Vorteil, daß die Ausgänge des neuronalen Netzwerks gemäß einer gegebenen Logik überprüft werden können.

Obwohl die Beschreibung der Einzelheiten der vorliegenden Erfindung grundsätzlich für die Steuerung einer automatischen Kraftübertragung gegeben worden ist, ist die Erfindung auf verschiedene Motorsteuerungen anwendbar. Insbesondere kann die vorliegende Erfindung auf eine lernende Steuerung des Luft-/Kraftstoffverhältnisses geeignet angewendet werden.

Wenn, wie oben erläutert wurde, die vorliegende Erfindung auf die Motorsteuerung, z. B. auf die Kraftstoffzufuhr oder die Einspritzmengensteuerung und die Zündzeitpunktsteuerung angewendet wird, um mittels der Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung des neuronalen Netzwerks entsprechende Steuerungen auszuführen, kann eine verfeinerte Motorsteuerung, die an die Fahrzustände des Fahrzeugs genau angepaßt ist, verwirklicht werden. Wenn die vorliegende Erfindung beispielsweise zur Kraftstoffzufuhr-Unterbrechungssteuerung verwendet wird, kann eine genaue und fein abgestimmte Kraftstoffzufuhr-Unterbrechungsbedingung festgelegt werden, um den Kraftstoffverbrauch im Hinblick auf den Wirkungsgrad des Motors zu optimieren. In einem solchen Fall ist die grundlegende Steuerarchitektur von Fig. 1 anwendbar.

Bisher ist die vorliegende Erfindung anhand von Fahrzeugantriebssystemen, d. h. des Motors und der automatischen Kraftübertragung beschrieben worden. Die lokalen Steuerkanäle, die die Steuerungsziele der

vorliegenden Erfindung darstellen, sind jedoch nicht auf diese genannten lokalen Steuerkanäle beschränkt, sondern können viele andere Funktionen erfüllen.

Beispielsweise kann im Falle eines Kraftfahrzeug-Radaufhängungssystems durch die Erzeugung eines auf die vertikale Fahrzeugbeschleunigung bezogenen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten zur Steuerung der Dämpfungscharakteristik der Stoßdämpfer die Fahraufhängungscharakteristik an die Umgebungsbedingungen angepaßt werden.

Außerdem können durch den Einsatz eines Kraftfahrzeugradaufhängungs-Steuerventils zusammen mit der als Fahrzustand-Umgebungskoeffizient dienenden, auf den Fahrzeugkurvenfahrzustand bezogenen Größe eine optimale Fahrzeughöhensteuerung und eine Hinterrad-Lenksteuerung in einem Vierradlenksystem (4WS) mit veränderbaren Eigenschaften verwirklicht werden.

Wenn andererseits ein lokaler Steuerkanal der Steuerung der Drehmomentverteilung in einem Fahrzeug mit Vierradantrieb dient, kann durch Verwendung eines anhand der Beschleunigung bzw. der Verzögerung des Fahrzeugs abgeleiteten Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten die Antriebsdrehmomentverteilung zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern auf einem optimalen Wert gehalten werden.

Zusätzlich kann die Schaltsteuerung der automatischen Kraftübertragung über den Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten zum Betrieb einer Bandbremse in Beziehung gesetzt werden, so daß eine Verringerung der Schaltstöße erzielt werden kann. In einem solchen Fall wird ein Schaltbefehl als Fahrzustand-Umgebungskoeffizient eingegeben, außerdem wird die Längsbeschleunigung in die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung eingegeben, so daß eine veränderbare Steuerung der Bandbremse in der automatischen Kraftübertragung möglich wird. Weiterhin trägt eine Steuerung, die gemäß der vorliegenden Erfindung den Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten verwendet, in hohem Maß zu einer Harmonisierung der aufgeteilten Steuerungen in den jeweiligen lokalen Steuerkanälen bei.

Es wird darauf hingewiesen, daß in einigen der oben beschriebenen Ausführungsformen der Vorhersageprozeß in der Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung 1 auf der Grundlage einer "unscharfen" Logik (Fuzzy-Logik) verwirklicht werden kann. Obwohl in der bisherigen Beschreibung Ausführungsformen erläutert wurden, in denen die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung durch ein neuronales Netzwerk gebildet wird, können die Zeitablauf-Signalgruppen verschiedene Größen umfassen. Für die Zeitablaufdaten dieser Signalgruppen kann ein Mustererkennungsverfahren angewendet werden, das Übereinstimmungen der Muster mit mehreren im voraus erstellten Referenzmustern feststellt, gleichermaßen kann eine Vorhersage gemäß einer Fuzzy-Regel ausgeführt werden, um den Koeffizienten abzuleiten.

In Fig. 28 ist der Hardwareaufbau der vorliegenden Erfindung gezeigt. Der Operationsabschnitt des neuronalen Netzwerks, der die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung bildet, umfaßt eine CPU, ein ROM, ein RAM, eine E/A-Einheit und eine Zufallslogik, die sämtlich auf einem einzigen Chip ausgebildet sind. In dem gezeigten Aufbau können die Leistungsquelle, die Masseebene und der Speicher gemeinsam genutzt werden, so daß ein Signalaustausch vereinfacht wird und das System eine höhere Effizienz besitzt.

In Fig. 29 ist ein weiterer Hardwareaufbau gezeigt. In

diesem Fall sind die lokalen Steuerkanäle auf einem gemeinsamen Chip angeordnet. Ferner ist die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung auf diesem Chip vorgesehen. Bei diesem Aufbau können die Motorsteuerung, die Getriebesteuerung und dergleichen in einen engeren Zusammenhang gebracht werden, so daß eine effizientere Steuerung ohne Verzögerung möglich ist. Außerdem kann bei diesem Aufbau ein gemeinsamer Speicher leicht ausgebildet werden, um so eine effektivere Korrelation zwischen den verschiedenen Steuerkanälen zu ermöglichen.

In Fig. 30 ist eine Abwandlung gezeigt, in der ein Flash-Speicher anstelle des ROM der Ausführungsform von Fig. 28 verwendet wird. Der Flash-Speicher erleichtert das Neuschreiben der Daten durch eine geeignete Trennung der Speicherinhalte. Daher ist dieser Speicher für die Veränderung der Gewichtungsfaktoren des neuronalen Netzwerkes geeignet. Das heißt, daß der Flash-Speicher die vorteilhafte Fähigkeit besitzt, daß er selbst nach dem Abschalten der Leistungsversorgung Daten hält und daß neue Daten leicht eingeschrieben werden können. Daher besitzt dieser Speichertyp den Vorteil, daß ein Online-Lernen möglich ist, wodurch er den Mangel eines batteriegestützten RAM beseitigt.

In Fig. 31 ist eine weitere Abwandlung gezeigt, in der zur Verwirklichung des neuronalen Netzwerkes ein digitaler Signalprozessor (DSP) vorgesehen ist. Mit diesem DSP kann ein neuronales Netzwerk verwirklicht werden, das sehr umfangreiche Produkt-/Summenoperationen ausführt. In Fig. 32 ist ein Beispiel gezeigt, in dem der in Fig. 29 gezeigte Aufbau auf einer Karte angebracht ist. Bei diesem Aufbau ist bei Verwendung des gemeinsamen Speichers eine effektive Steuerung möglich. Ferner kann dadurch das Problem der Pin-Verengung des Chips gelöst werden.

Da, wie oben erläutert wurde, erfindungsgemäß der Fahrzustand-Umgebungskoeffizient in die Steuerung der jeweiligen lokalen Steuerkanäle des Kraftfahrzeugs eingeführt wird, können selbst für Kanäle mit nichtlinearen Eigenschaften stets richtige Steuerungen ausgeführt werden. Daher ist es erfindungsgemäß möglich, eine korrelierte Steuerung in fast allen aufeinander bezogenen lokalen Steuerkanälen auszuführen, so daß ein optimales Fahrzeugverhalten erzeugt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Gesamtsteuersystem für Kraftfahrzeuge, mit mehreren lokalen Steuerkanälen (3-1, 3-2, 3-3, ..., 3-n), von denen jeder unabhängig von den anderen mittels eines entsprechenden Steuersignals gesteuert wird, gekennzeichnet durch eine Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (1), die wenigstens ein Eingangssignal von mehreren Signalen empfängt, die von manuellen Betätigungseinrichtungen und mehreren Fahrzustand-erfassungseinrichtungen ausgegeben werden, und einen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten (In) erzeugt, der als Steuersignal an wenigstens einen der lokalen Steuerkanäle (3-1 bis 3-n) geliefert wird.
2. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (1) erzeugte Fahrzustand-Umgebungskoeffizient (In) über wenigstens einen Datenbus (2), ein Verbindungsnetzwerk (2) und einen Speicher (2) als Steuersignal an wenigstens einen der lokalen Steuerkanäle (3-1 bis 3-n) geliefert wird.

3. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung umfaßt: eine Akkumulationseinrichtung (6) zum periodischen Abtasten wenigstens eines der Signale von den manuellen Betätigungseinrichtungen und den mehreren Erfassungseinrichtungen, um dieses Signal in Form einer endlichen Anzahl von Zeitreihendaten zu speichern;

ein neuronales Netzwerk (N), das die endliche Anzahl von Zeitreihendaten empfängt.

4. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet durch Vorverarbeitungseinrichtungen (5-1, 5-2, ..., 5-n), die wenigstens eines der Signale von den manuellen Betätigungseinrichtungen und den mehreren Erfassungseinrichtungen empfangen, um für die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (1) Eingangsdaten zu erzeugen, damit die letztere den Fahrzustand-Umgebungskoeffizient (In) erzeugt.

5. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine Triggererfassungseinrichtung (4) zur Erfassung einer speziellen Veränderung eines der Signale von den manuellen Betätigungseinrichtungen und den mehreren Erfassungseinrichtungen, um ein Triggersignal zu erzeugen, wobei die Akkumulationseinrichtung (6) auf das Triggersignal anspricht, um synchron hierzu einen Abtastprozeß auszuführen.

6. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Speichereinrichtung zum Speichern des von der Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (1) erzeugten Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten (In); und eine Aktivitätsanalyseeinrichtung zur Ausführung einer Analyse der Aktivität der lokalen Steuerkanäle (3-1 bis 3-n), wobei diese Aktivitätsanalyseeinrichtung die Analyse unter Bezugnahme auf den von der Speichereinrichtung ausgelesenen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten (In) ausführt.

7. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (1) einen auf einer Fuzzy-Logik basierenden Vorhersage-Verarbeitungsabschnitt umfaßt.

8. Gesamtsteuersystem für Kraftfahrzeuge, mit einer Mehrzahl von Untersystemen (3-1, 3-2, 3-3, ..., 3-n), von denen jedes unabhängig von den anderen mittels eines entsprechenden Steuersignals gesteuert wird, gekennzeichnet durch eine Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (1), die wenigstens ein Eingangssignal von mehreren Signalen empfängt, die von manuellen Betätigungseinrichtungen und mehreren Fahrzustand-erfassungseinrichtungen ausgegeben werden, und einen Fahrzustand-Umgebungskoeffizienten (In) erzeugt, der als Steuersignal an wenigstens eines der Untersysteme (3-1 bis 3-n) geliefert wird.

9. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung umfaßt: eine Mittelungseinrichtung (6) zum periodischen Abtasten wenigstens eines der Signale von den manuellen Betätigungseinrichtungen und zum Mitteln der endlichen Anzahl von erzeugten Zeitreihendaten.

10. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 8, da-

durch gekennzeichnet, daß die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung umfaßt: eine Mittelungseinrichtung (6) zum periodischen Abtasten von wenigstens drei Signalen von den manuellen Betätigungseinrichtungen und zum Mit- 5 teln der endlichen Anzahl von erzeugten Zeitreihendaten.

11. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelungseinrichtung (6) einen ein neuronales Netzwerk umfassenden Computer enthält. 10

12. Gesamtsteuersystem gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Untersysteme (3-1 bis 3-n), die Fahrzustand-Umgebungskoeffizient-Vorhersageeinrichtung (1) und der ein neuronales 15 Netzwerk umfassende Computer auf einem Chip angebracht sind.

Hierzu 26 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

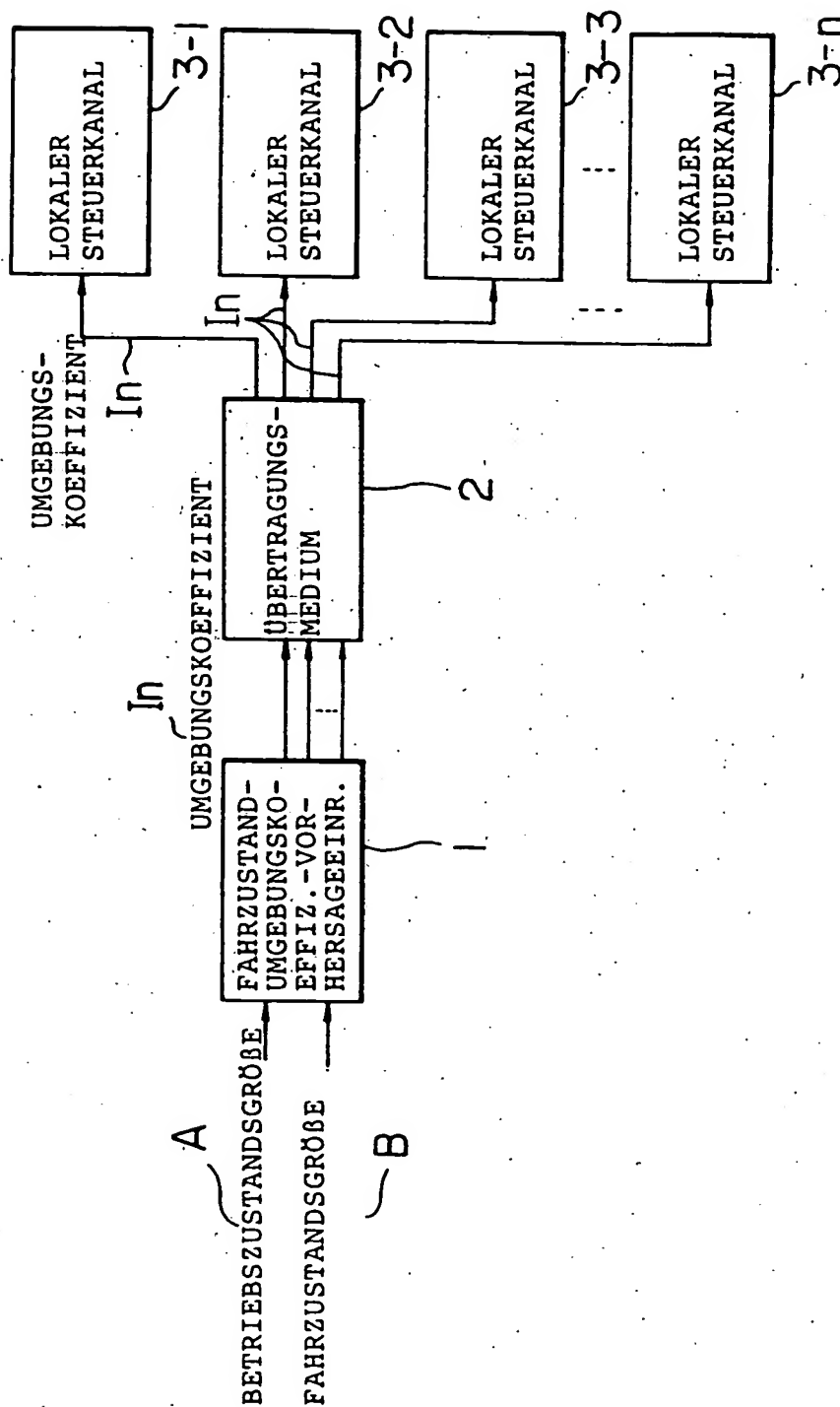


FIG. 2

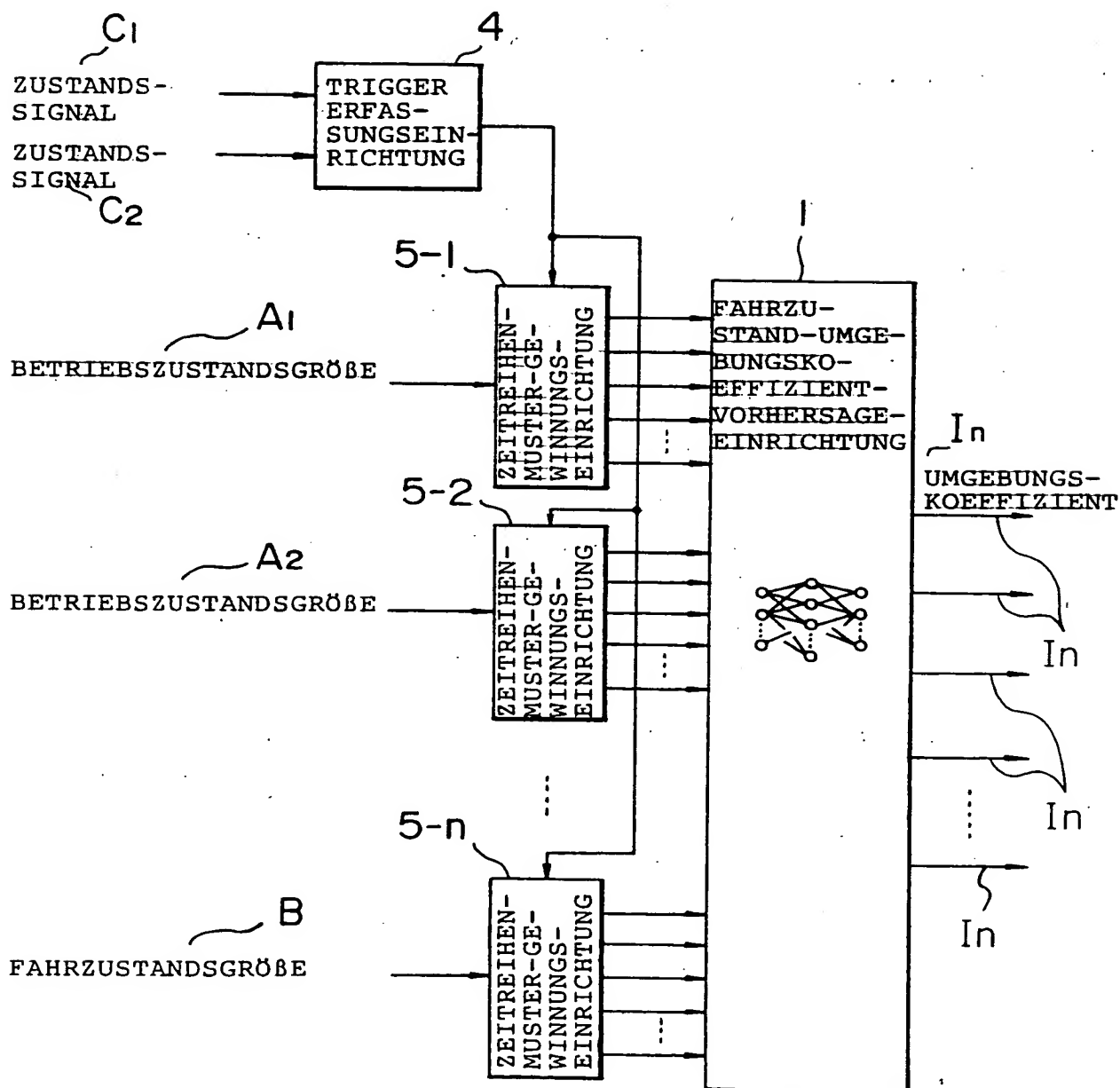




FIG. 3A

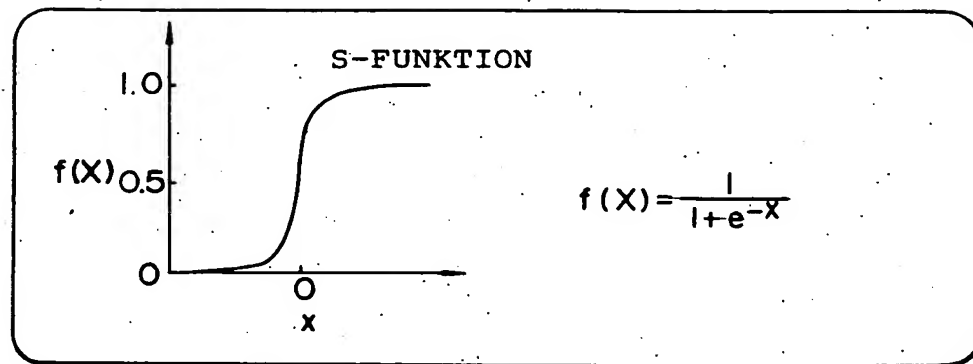


FIG. 3B

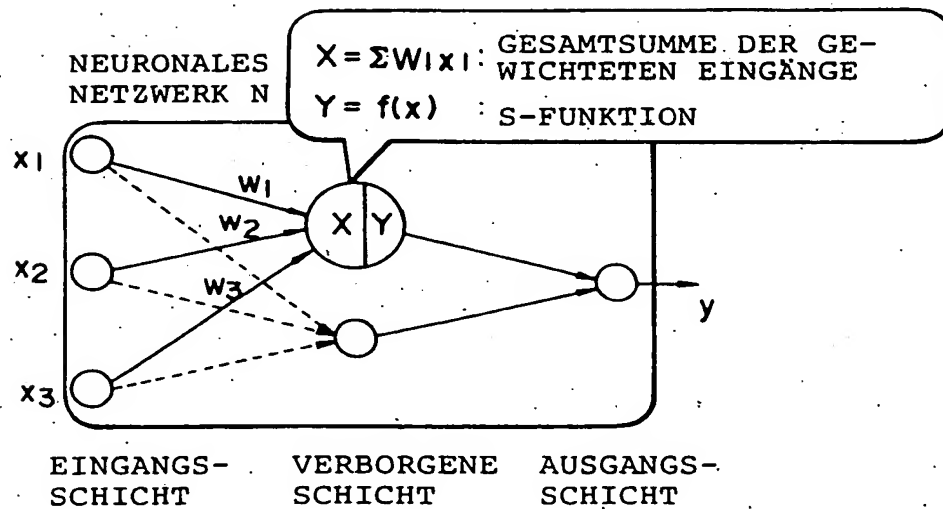
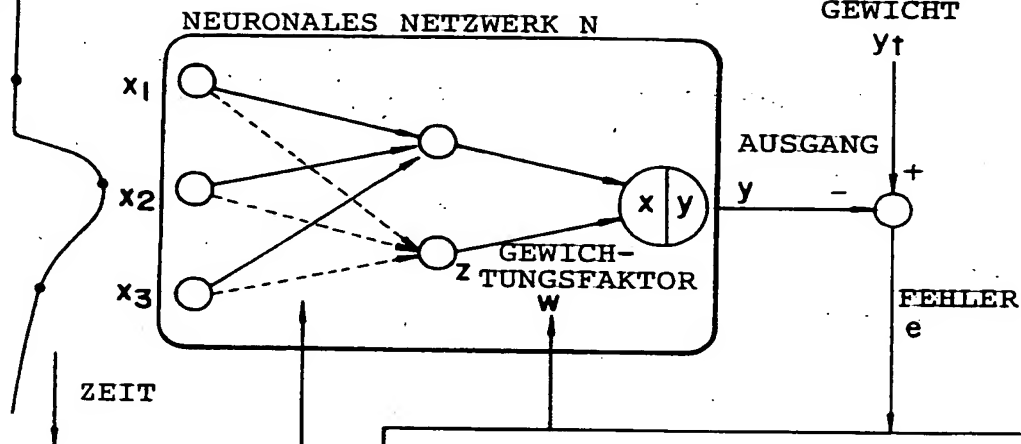


FIG. 4

BEISPIEL FÜR  
EINGEGEBENEN  
BESCHLEUNIGUNGS-  
VERLAUF



$$W(n+1) = W(n) + \eta \cdot e \cdot f'(X) \cdot z$$

$\eta$ : KONVERGENZ-  
FUNKTION  
 $n$ : ANZAHL DER  
LERNZYKLEN

PRODUKT/SUMMEN-OPERATION

FIG. 5

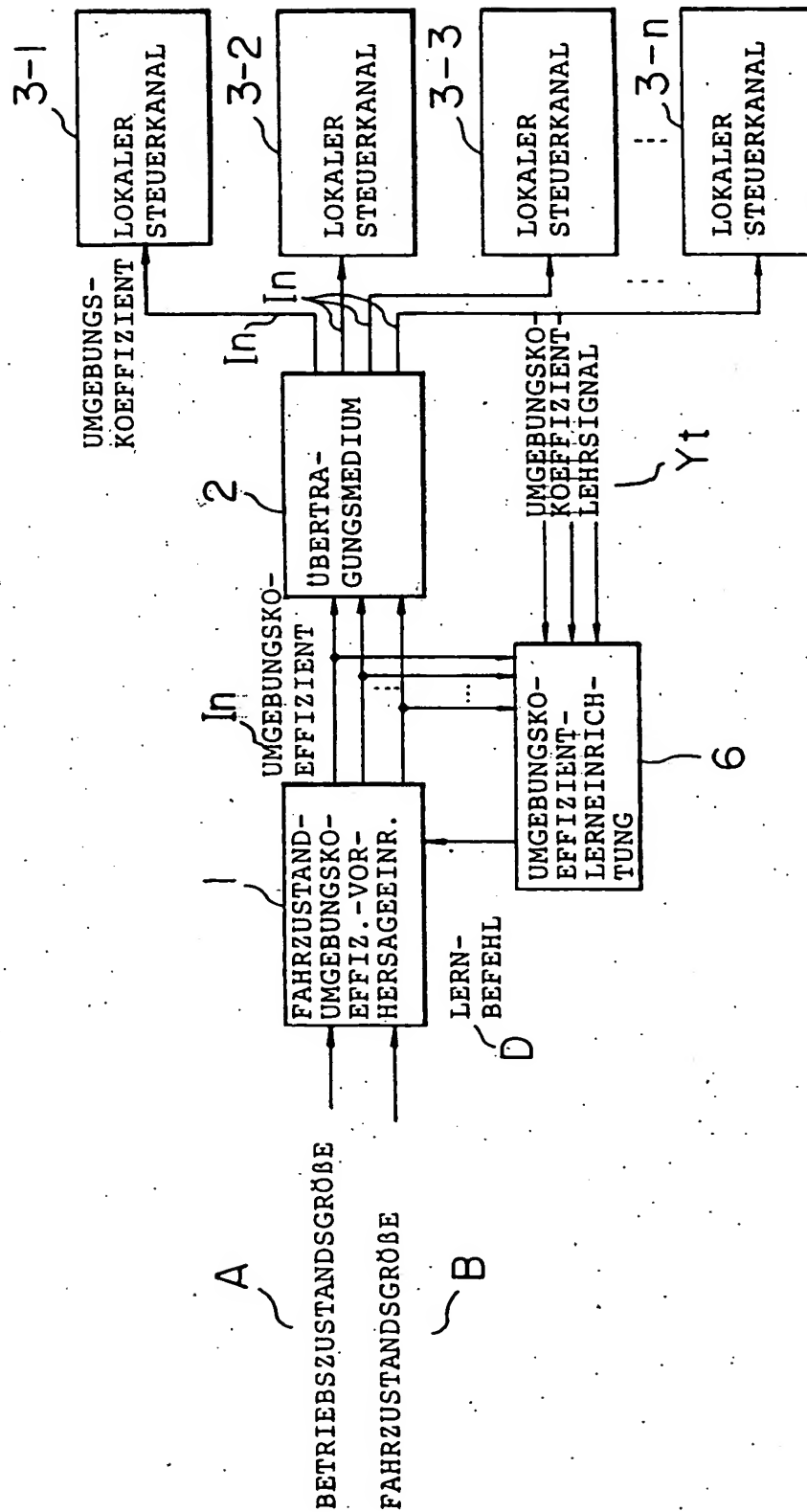


FIG. 6

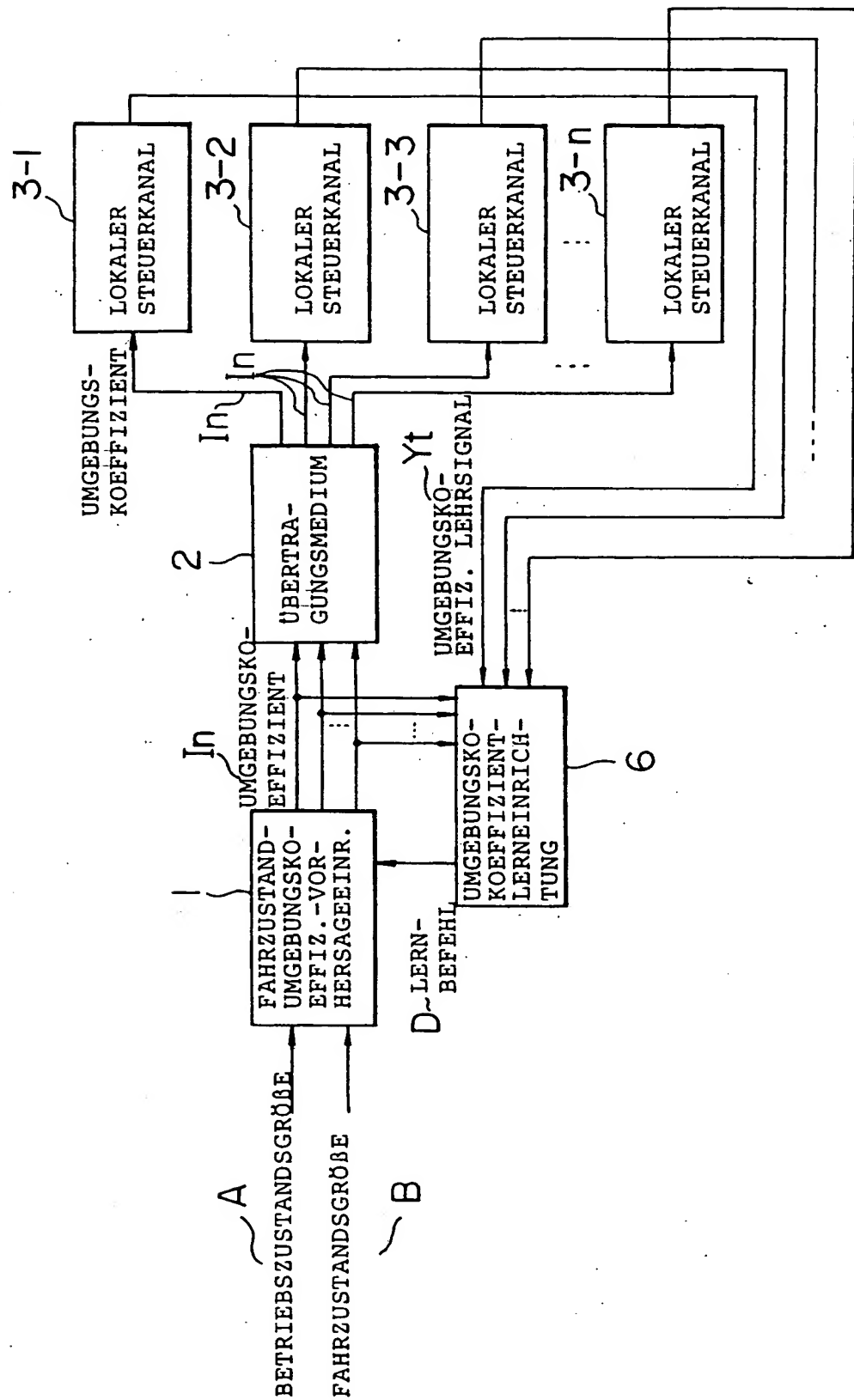


FIG. 7

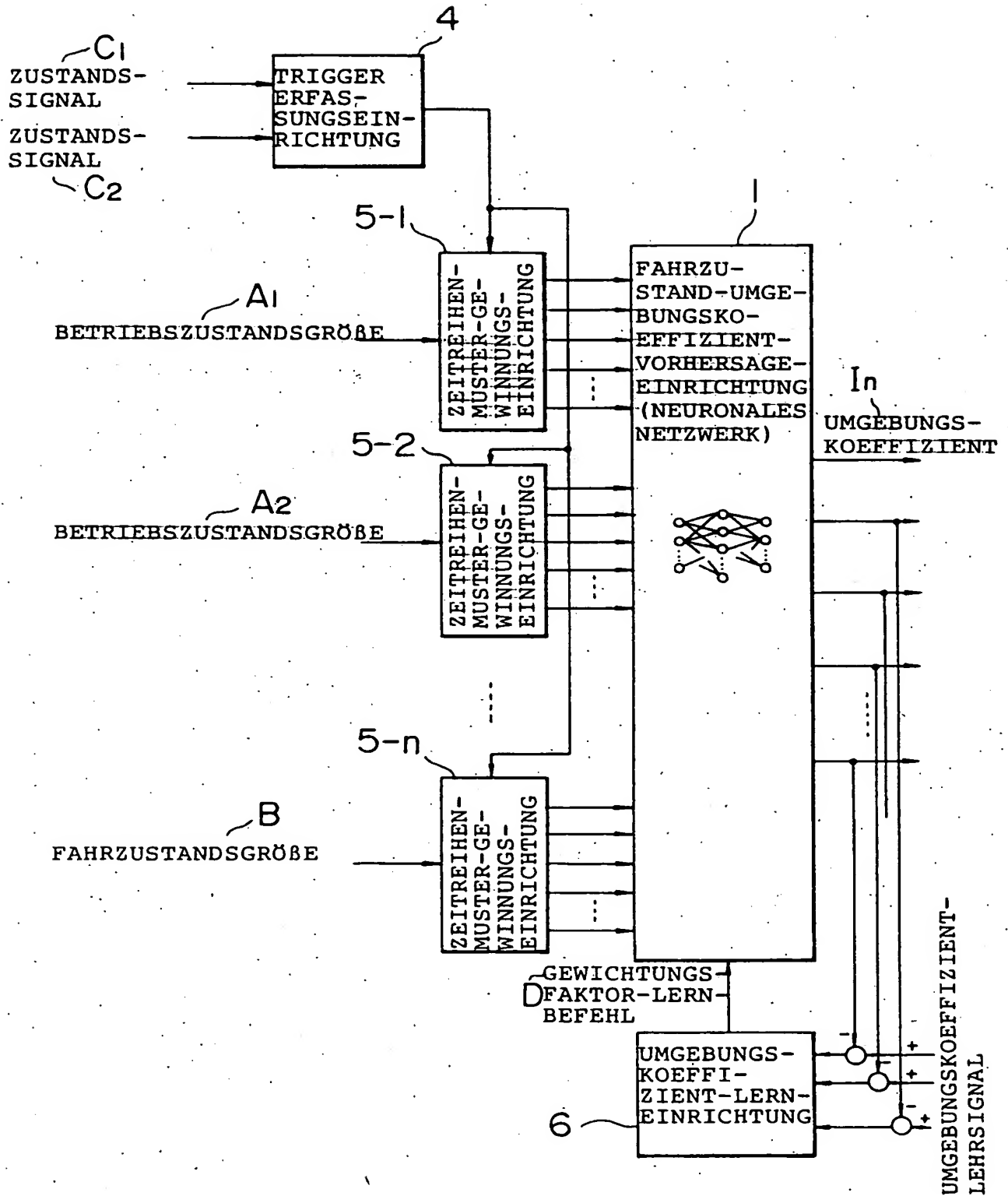


FIG. 8

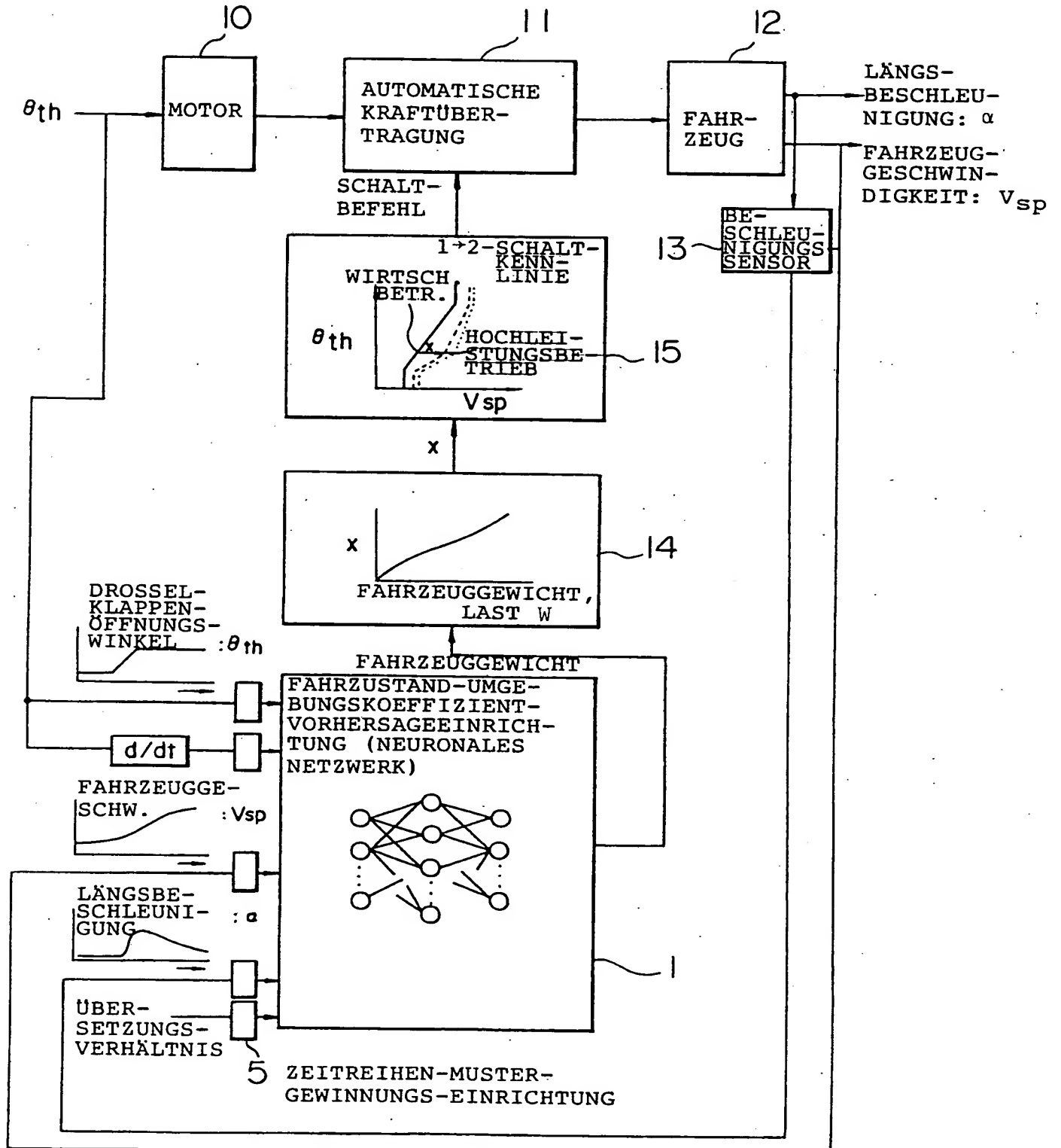




FIG. 9

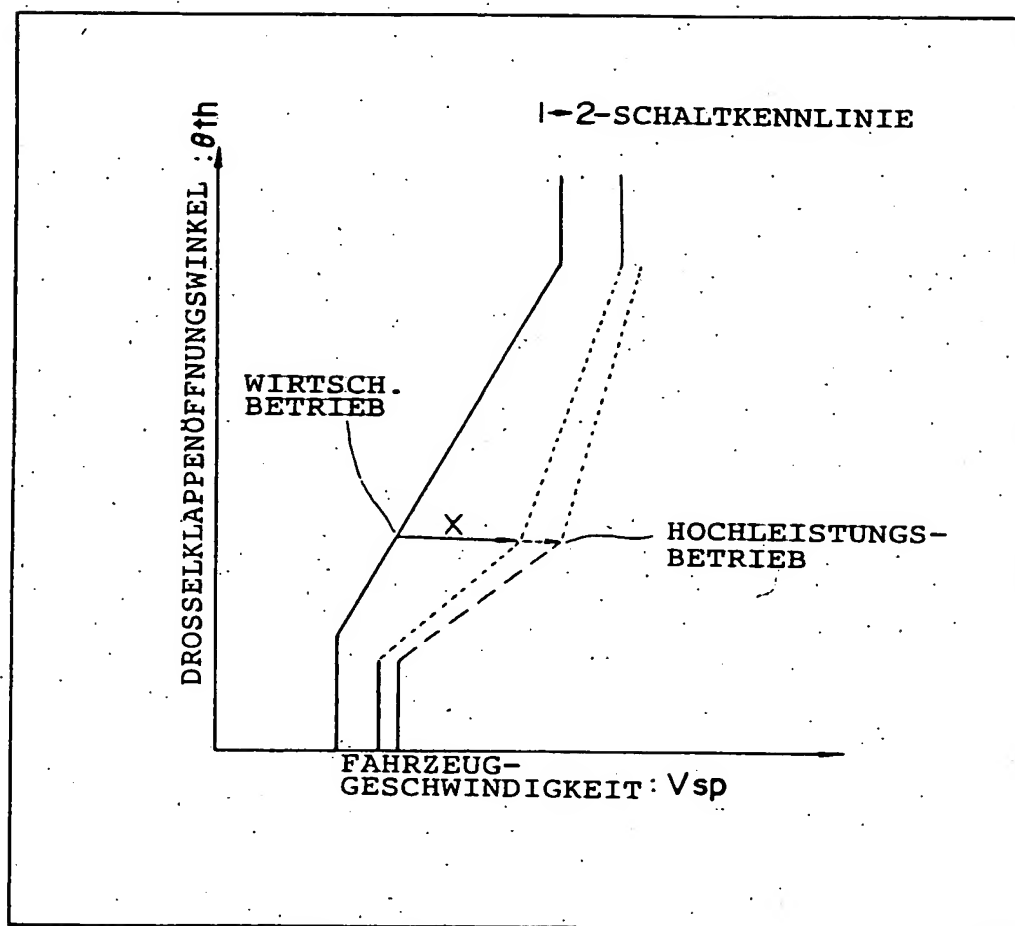


FIG. 10

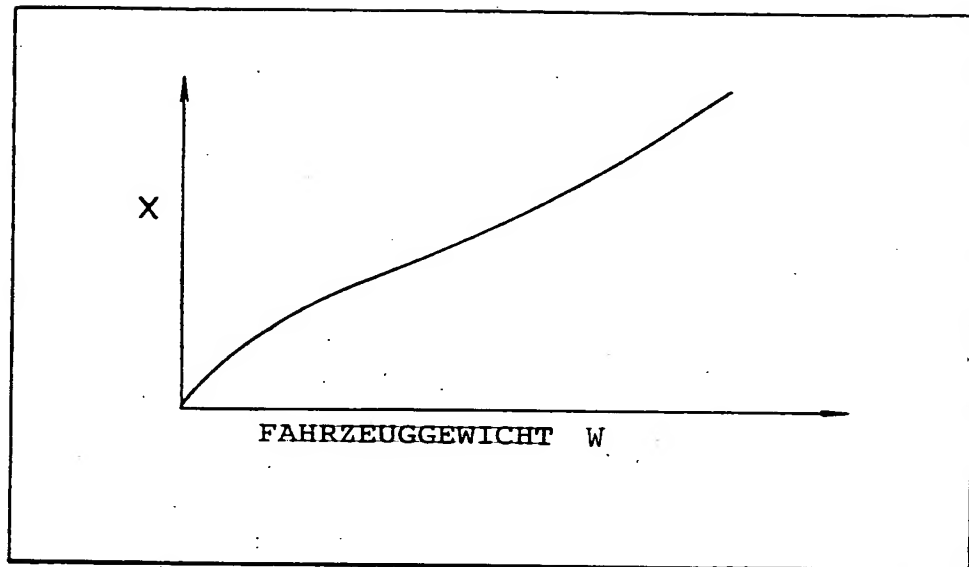
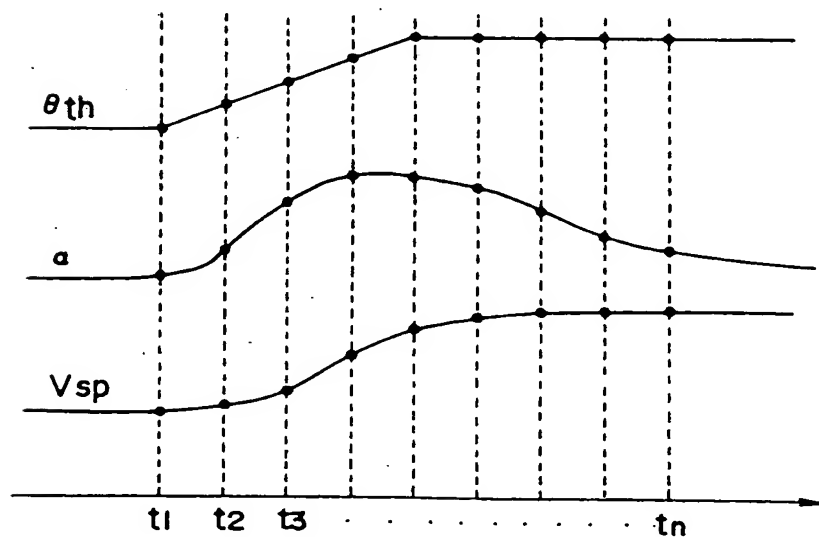


FIG. 11



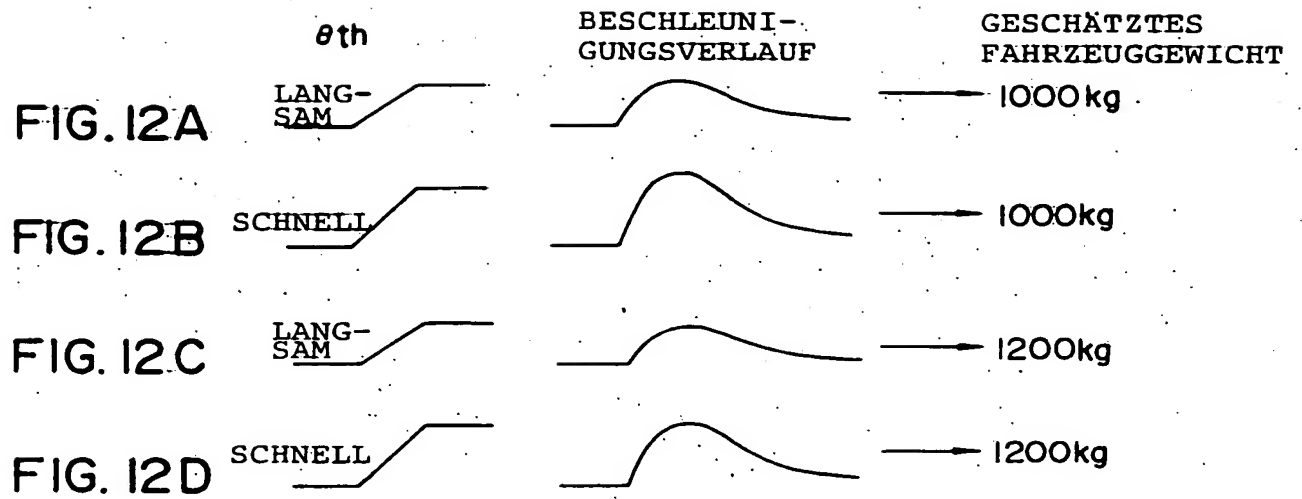
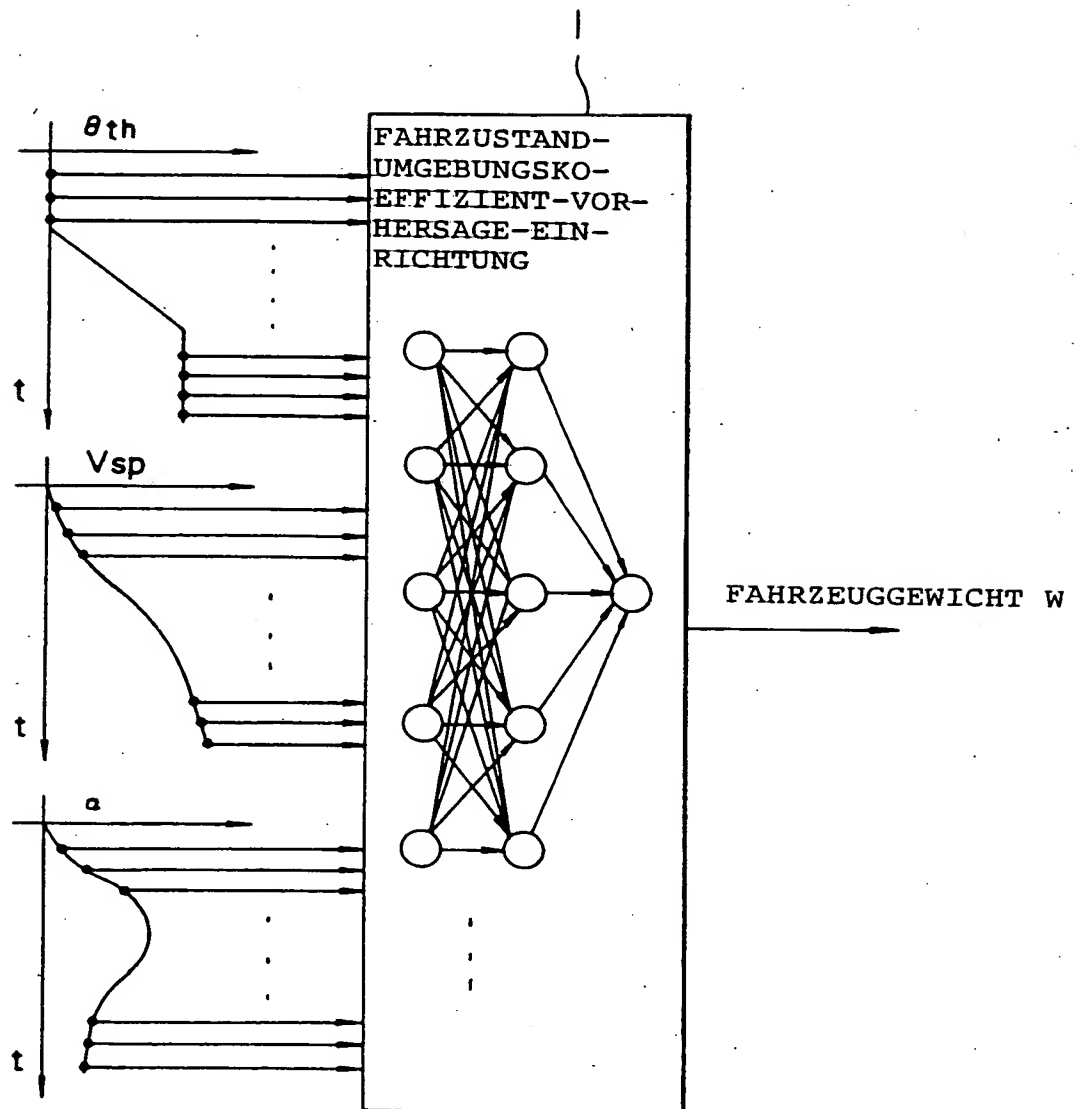


FIG. 13



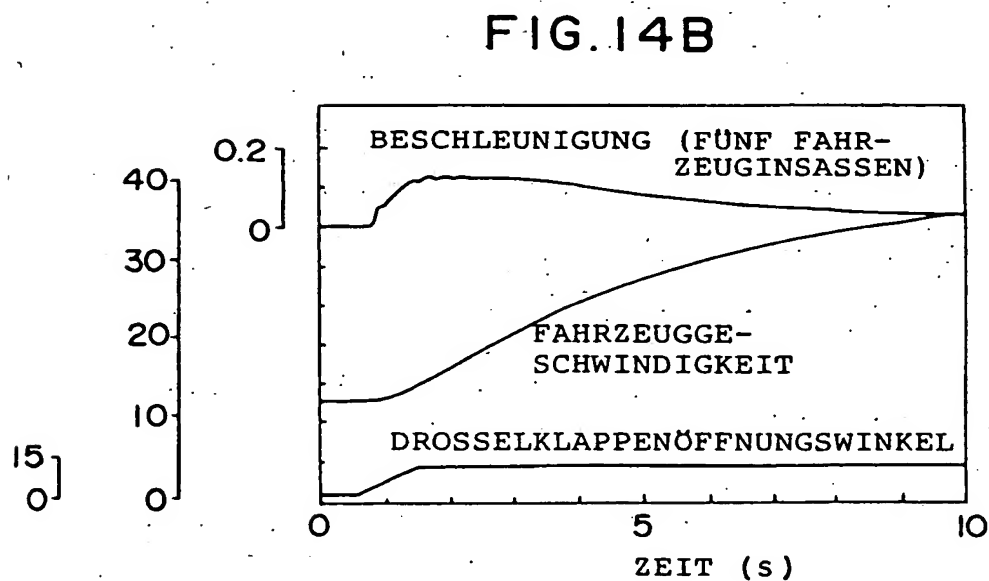
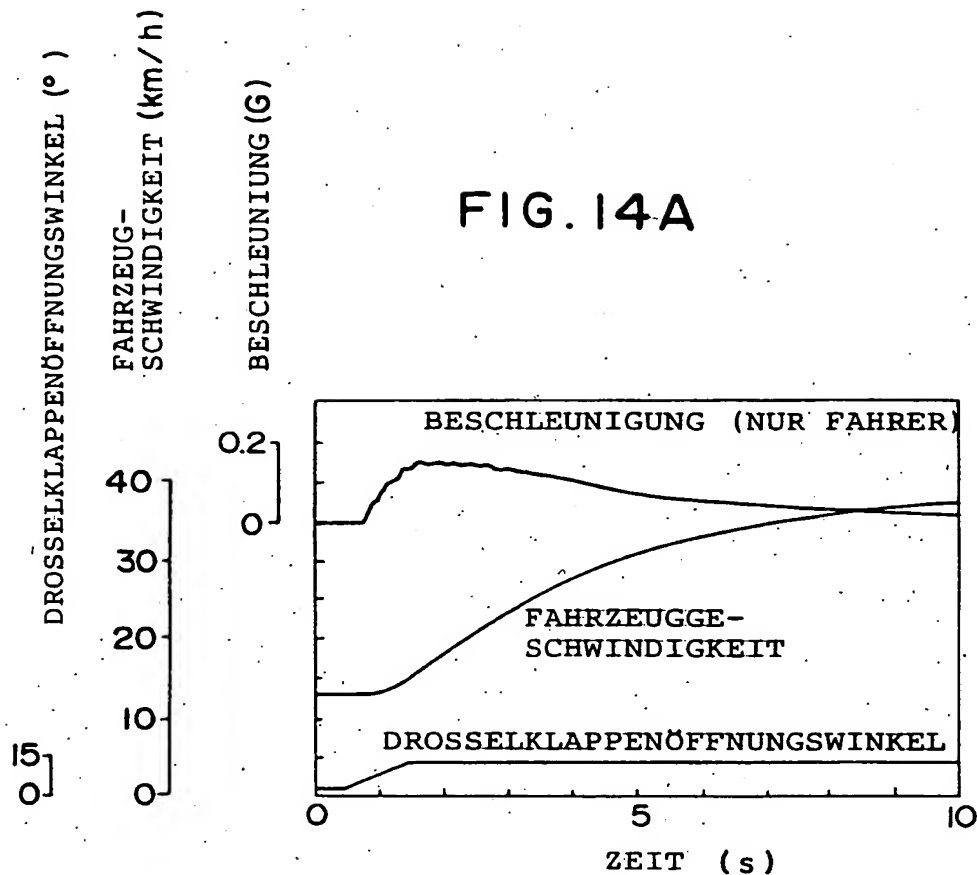


FIG. 15

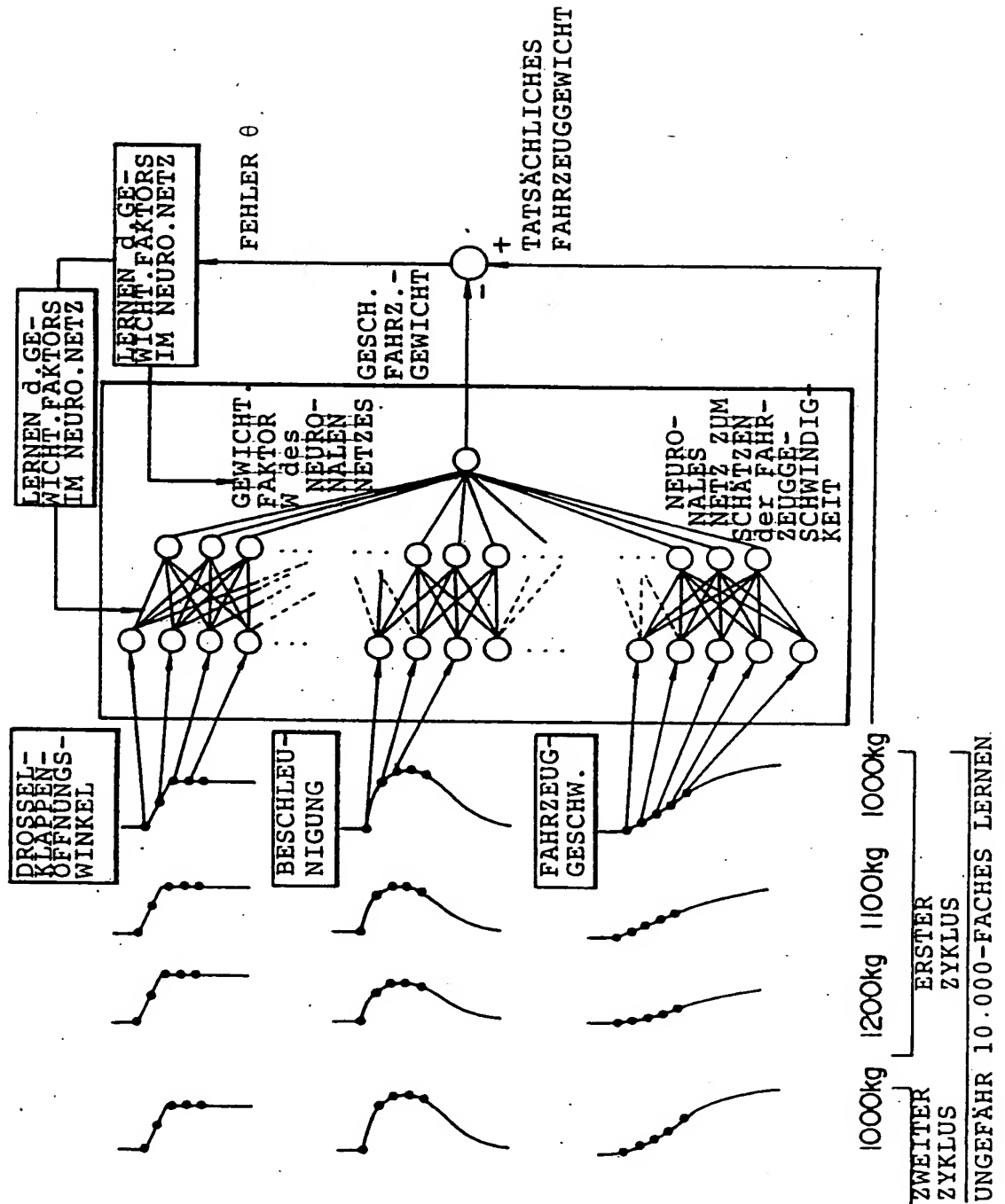




FIG. 16

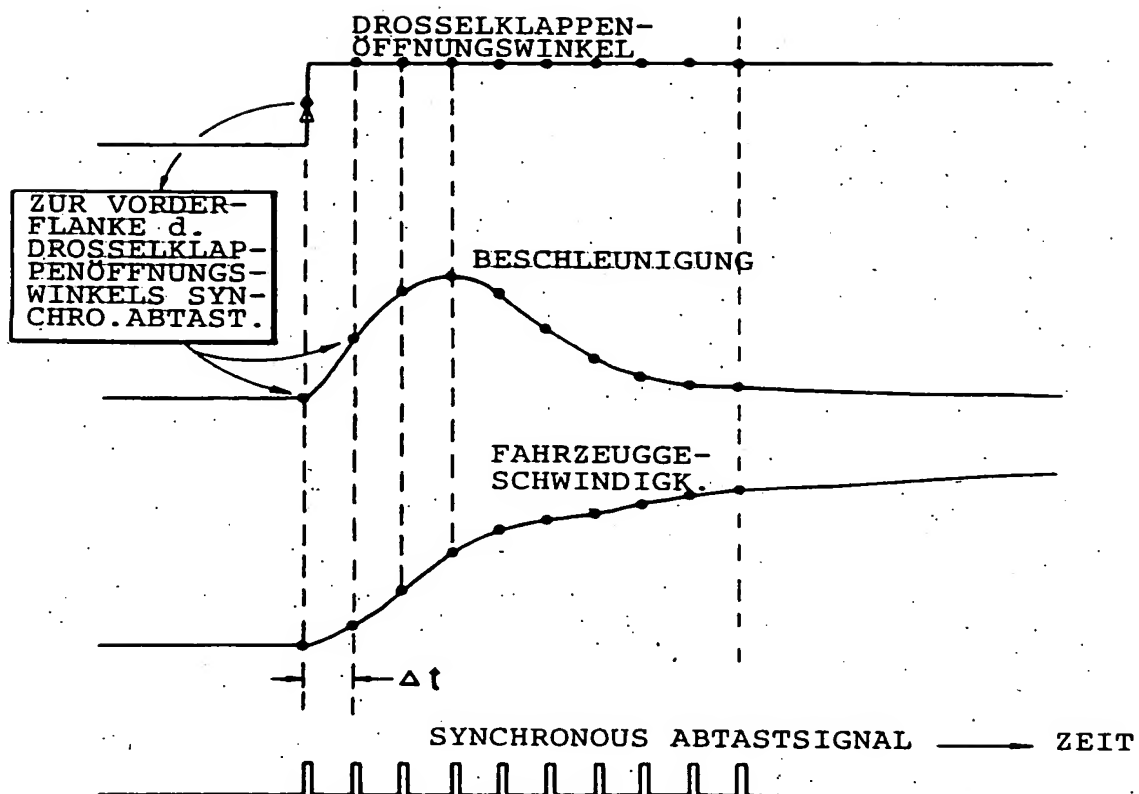


FIG. 17

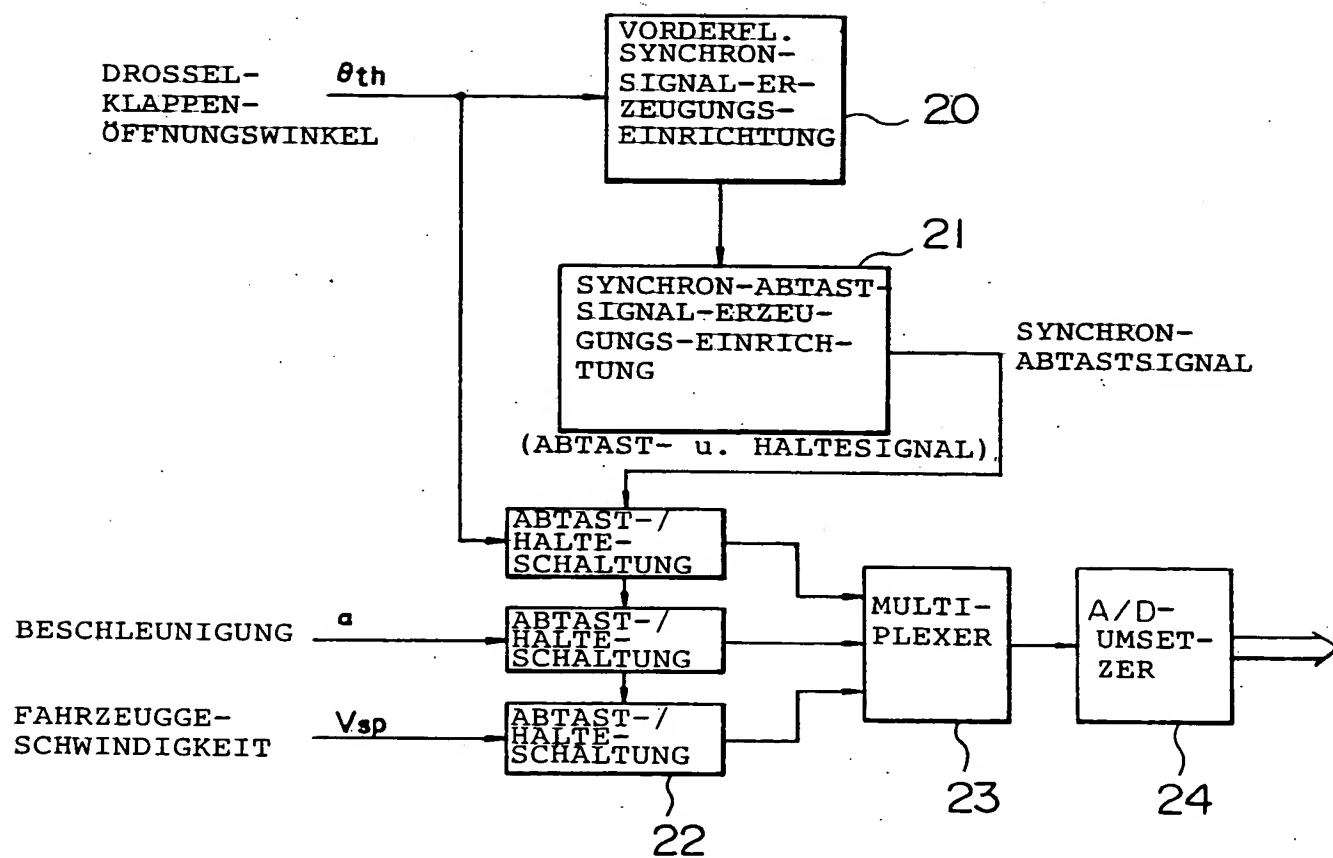


FIG. 18A

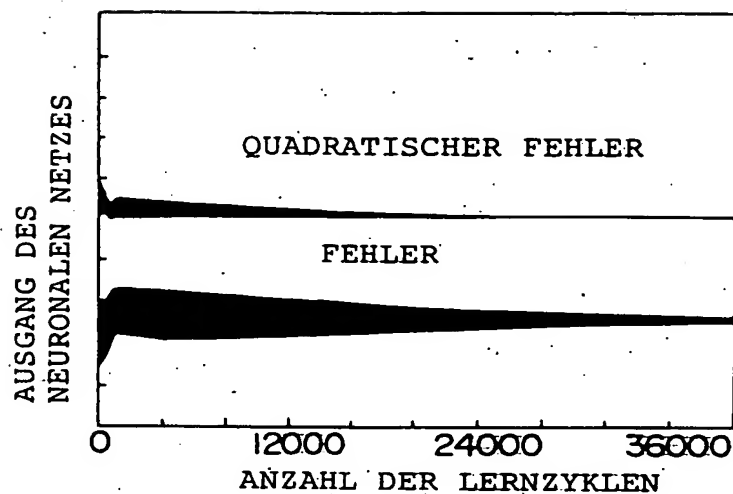


FIG. 18B

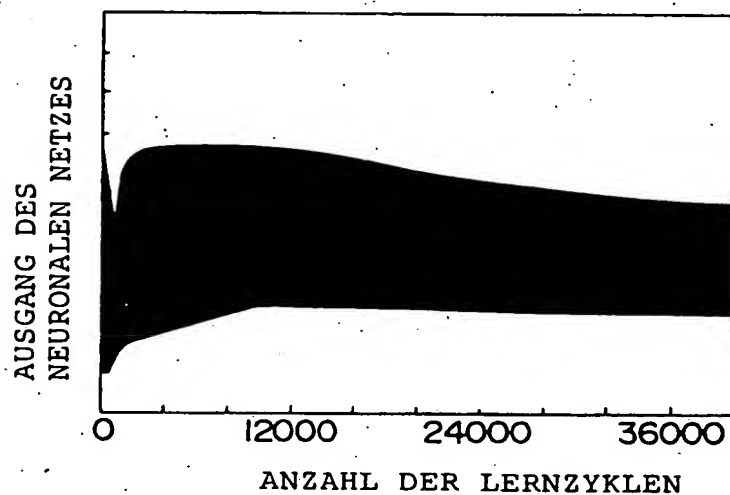


FIG. 19

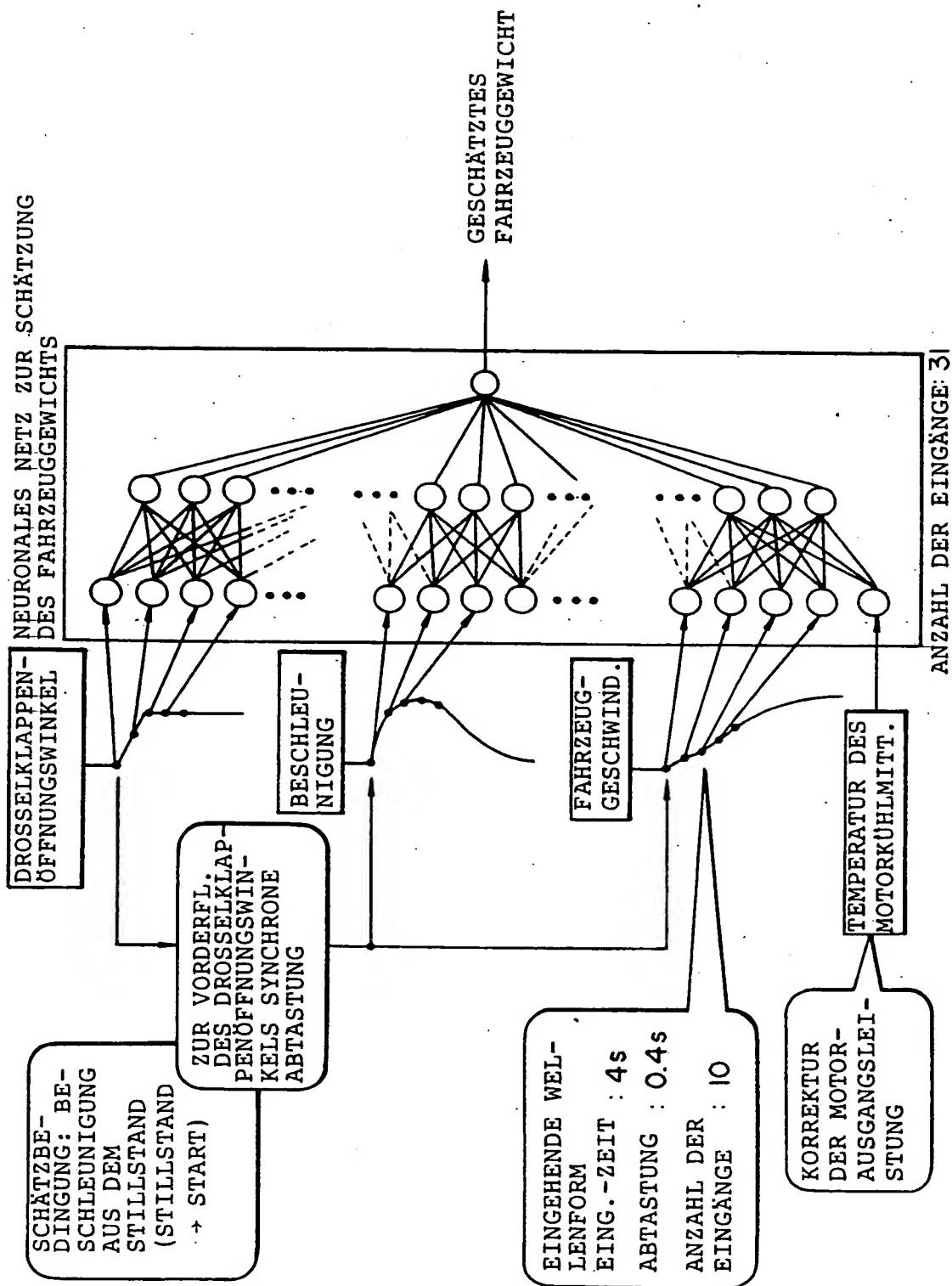


FIG. 20

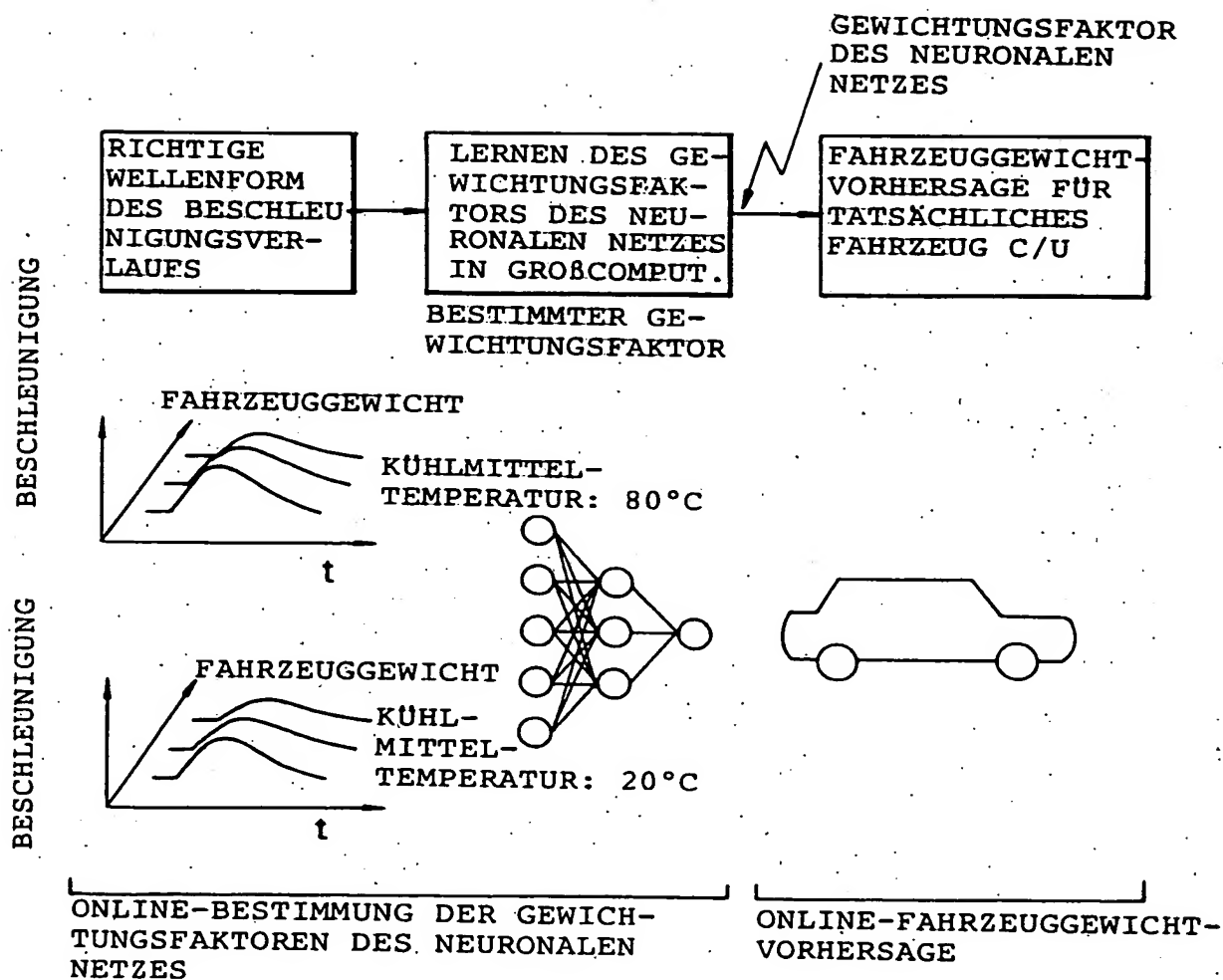


FIG. 21

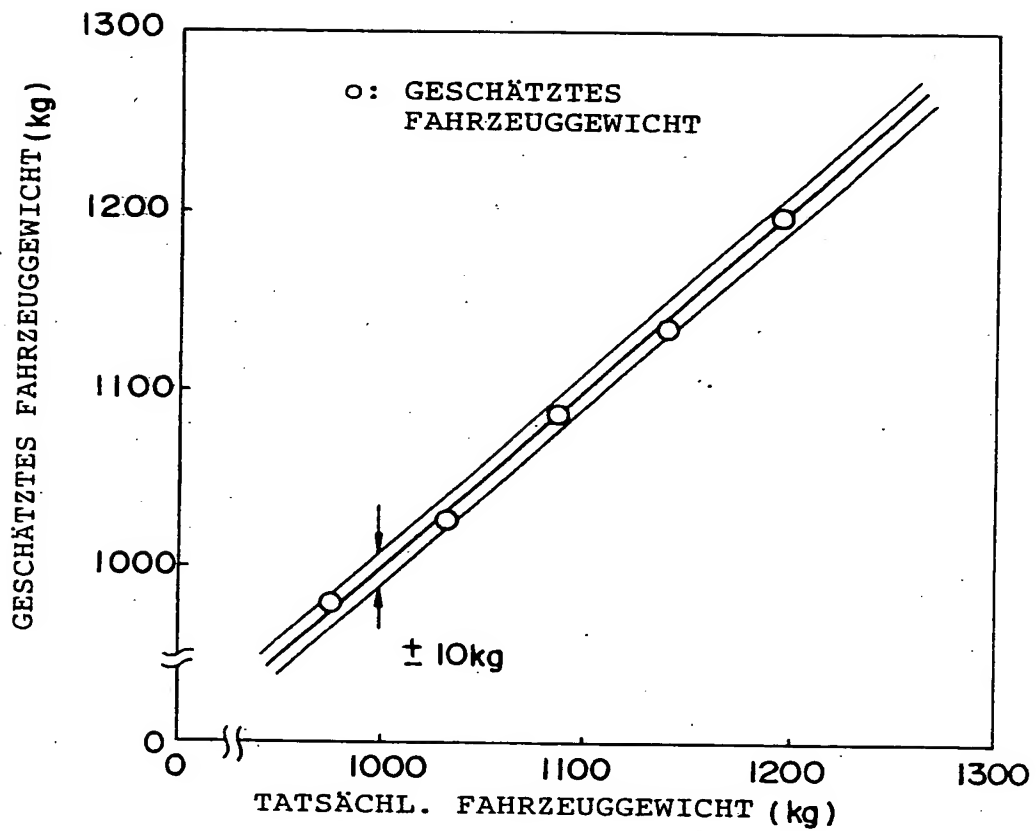




FIG.22A

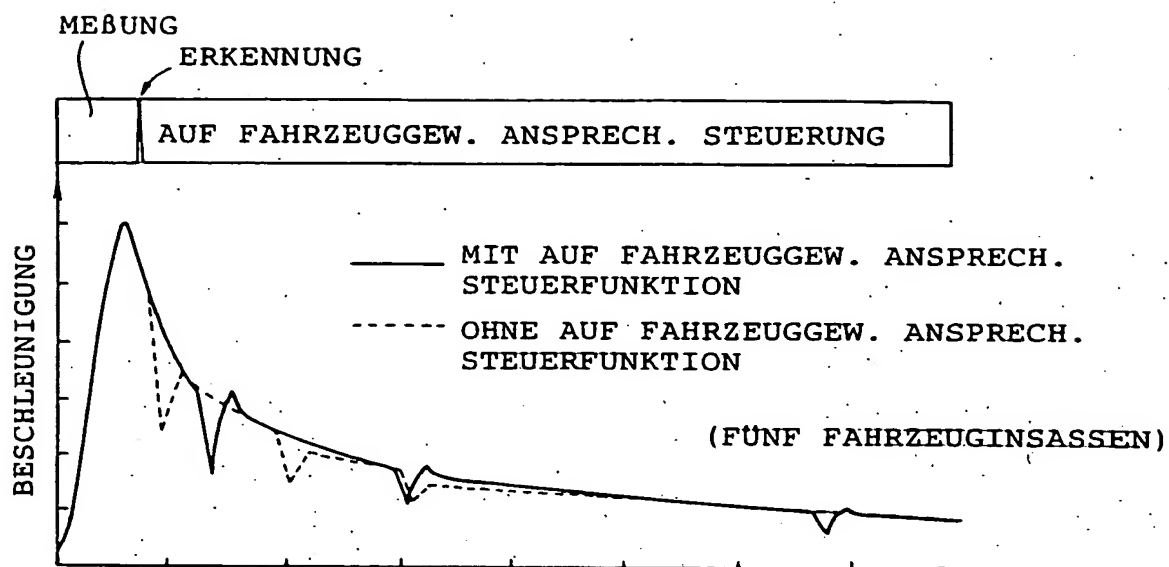


FIG.22B

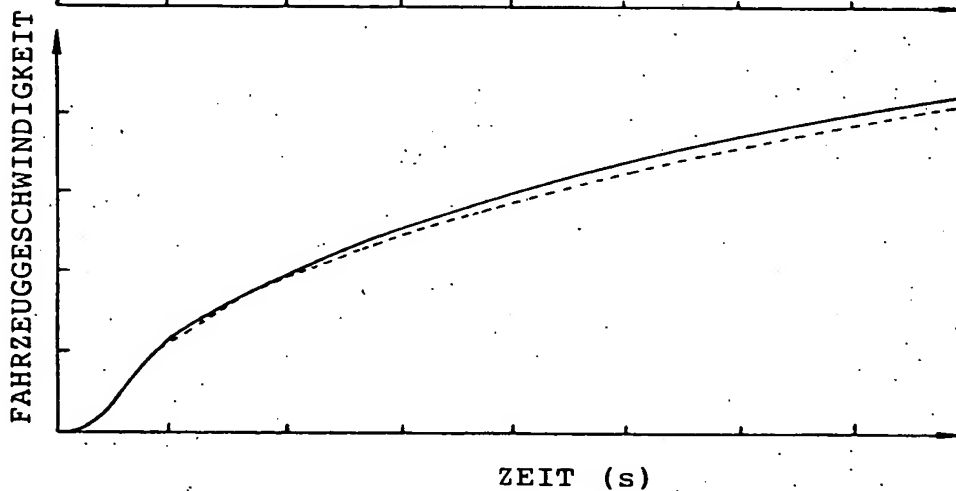


FIG. 23

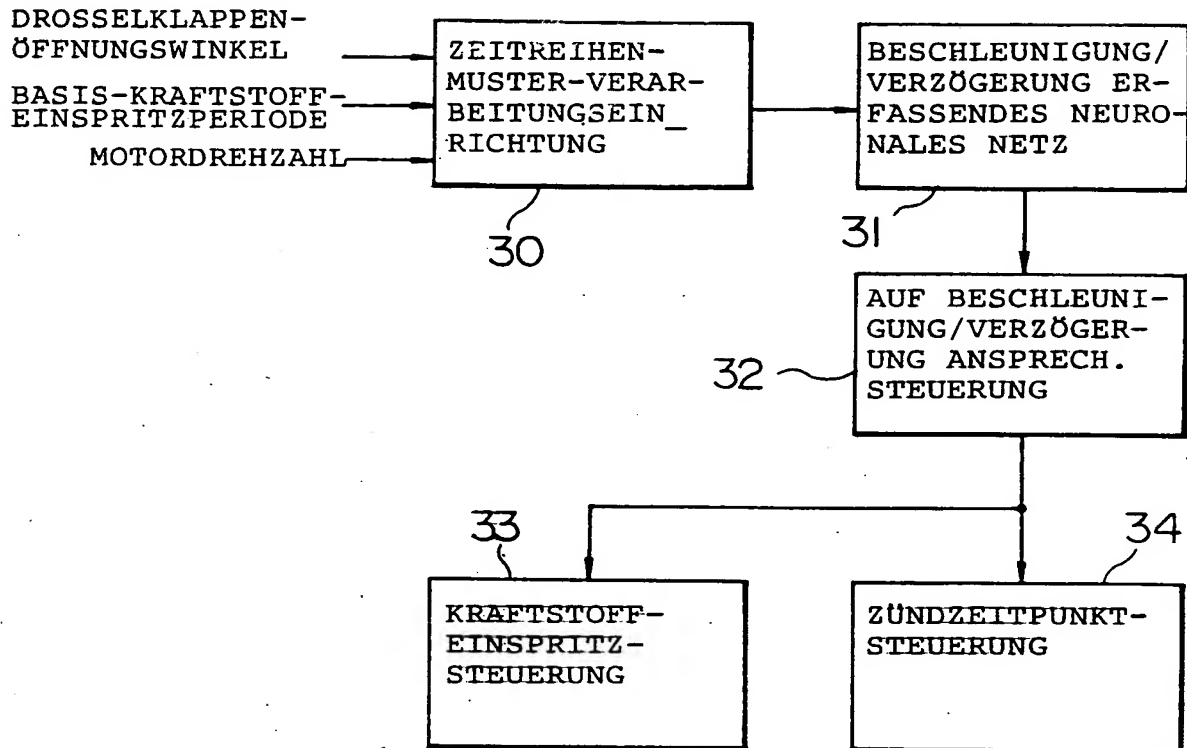


FIG. 24

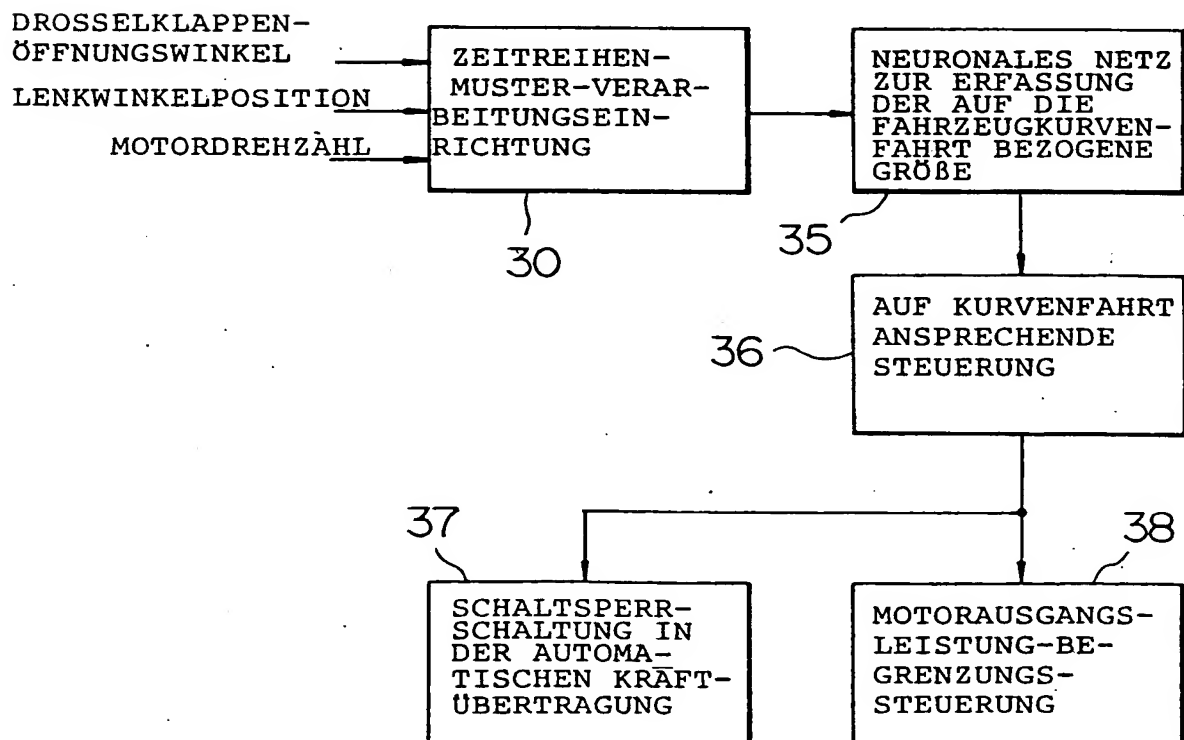


FIG. 25

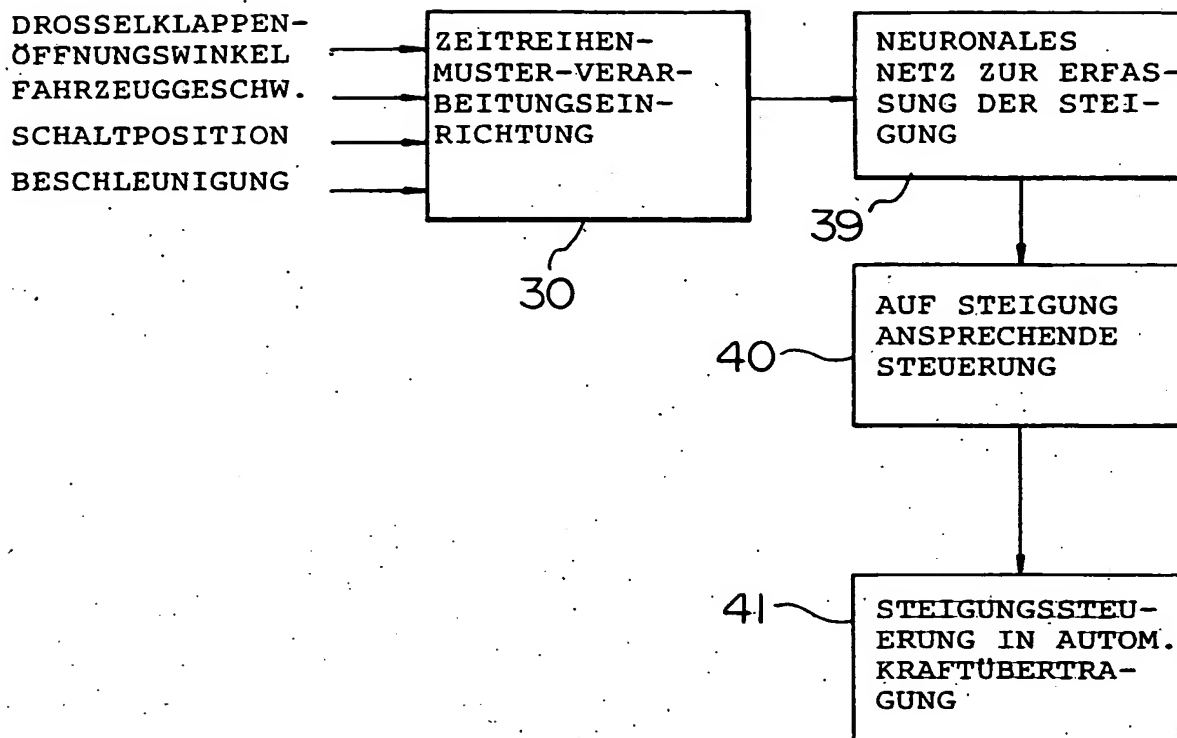


FIG. 26

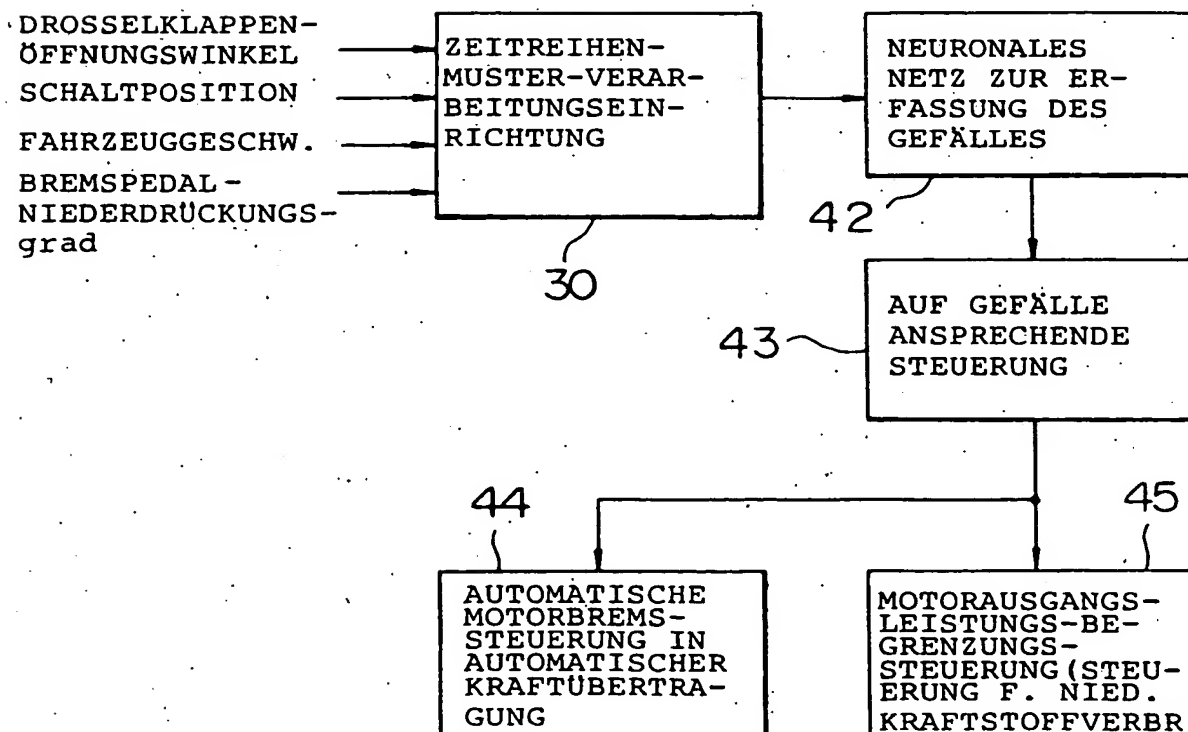


FIG. 27

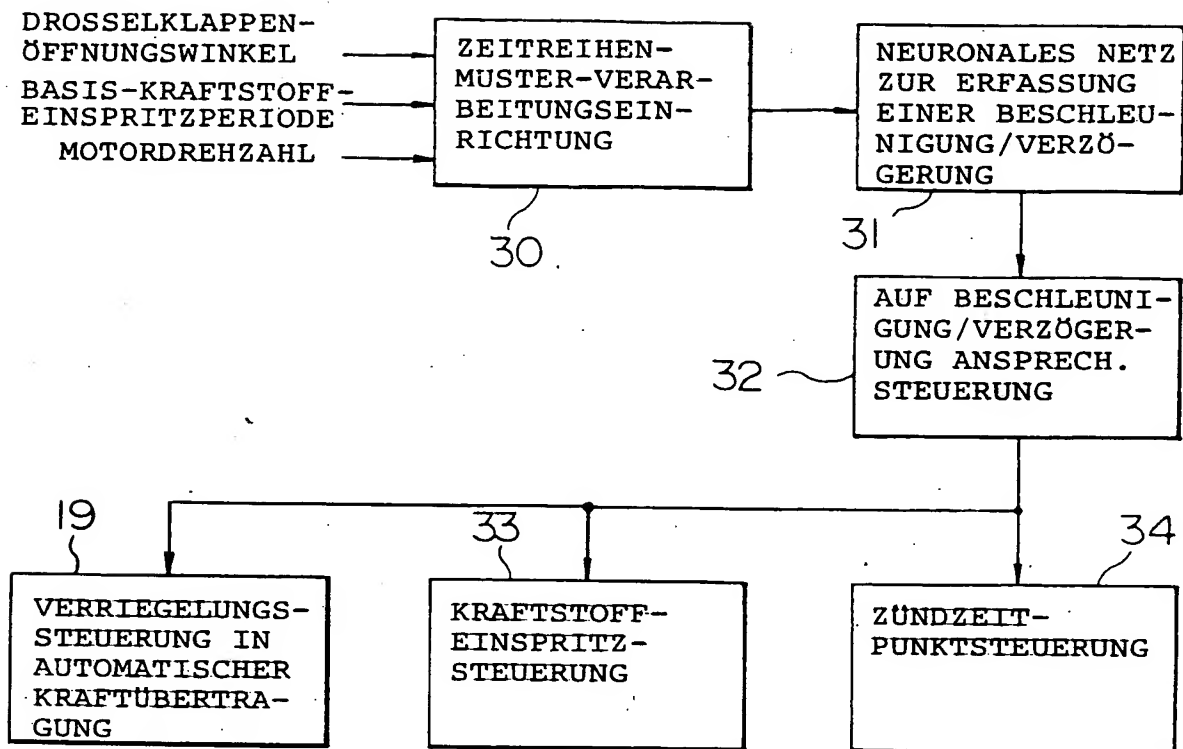


FIG. 28

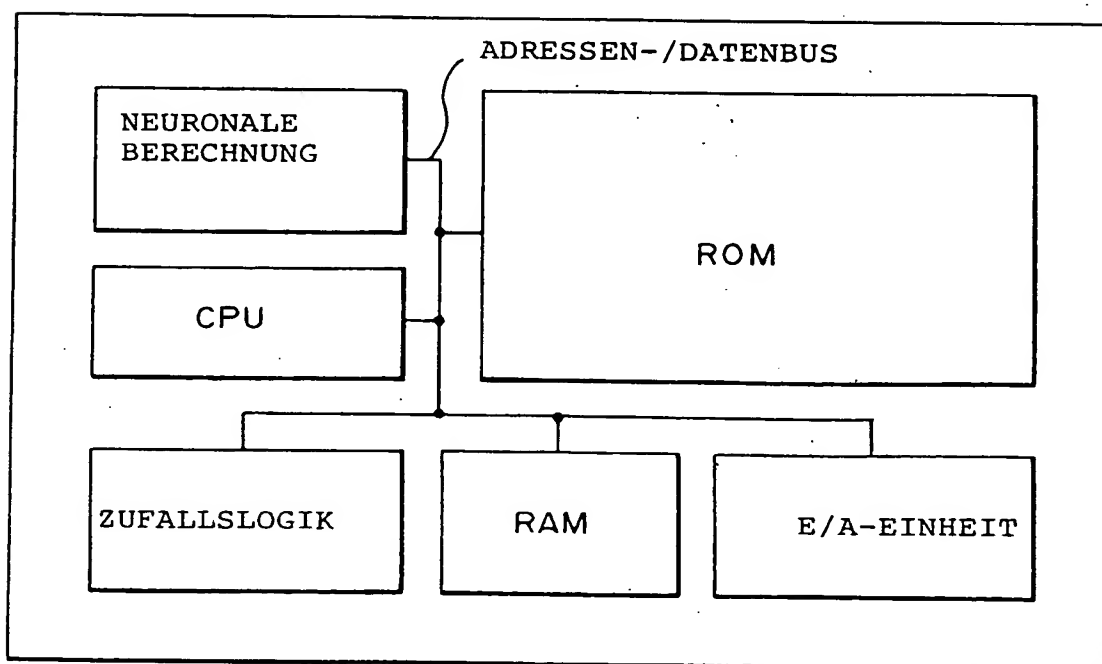


FIG. 29

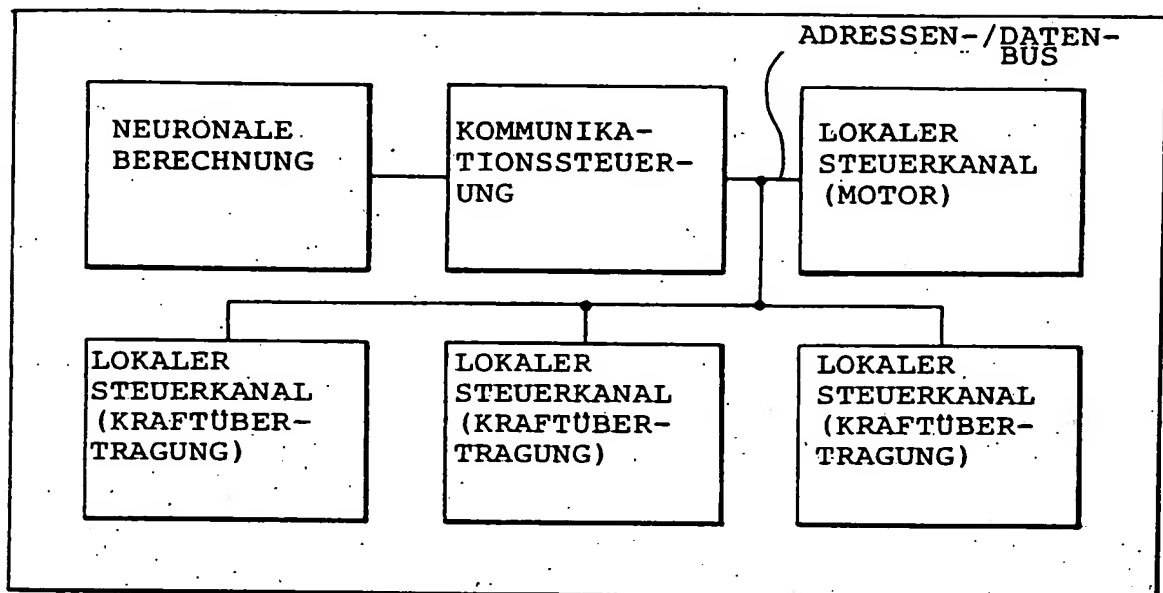


FIG. 30

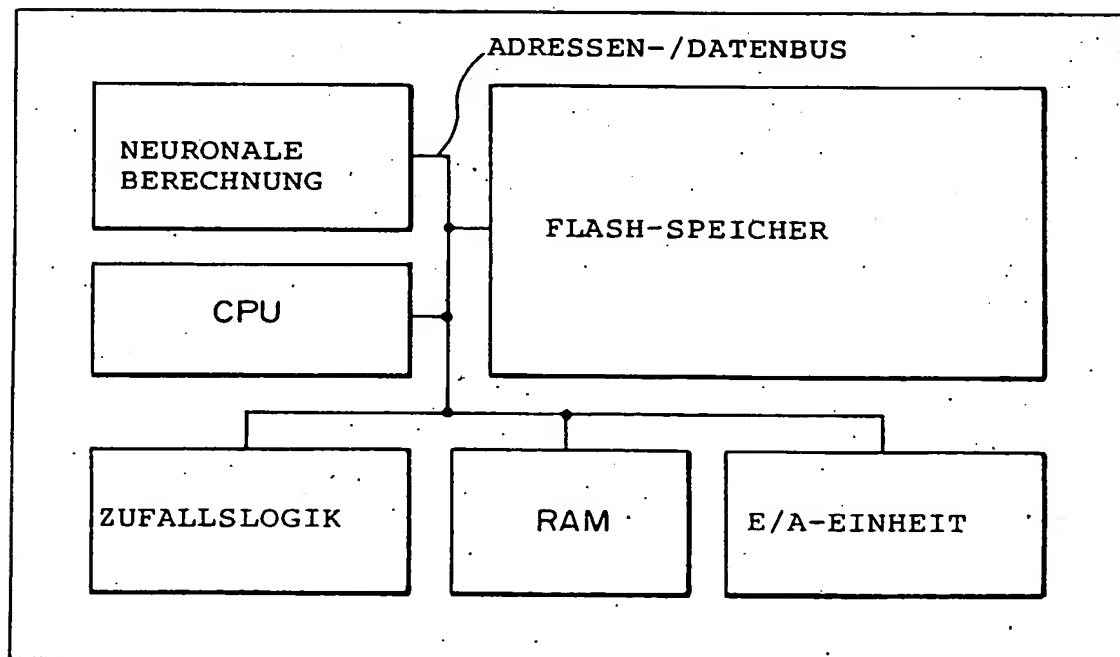


FIG. 31

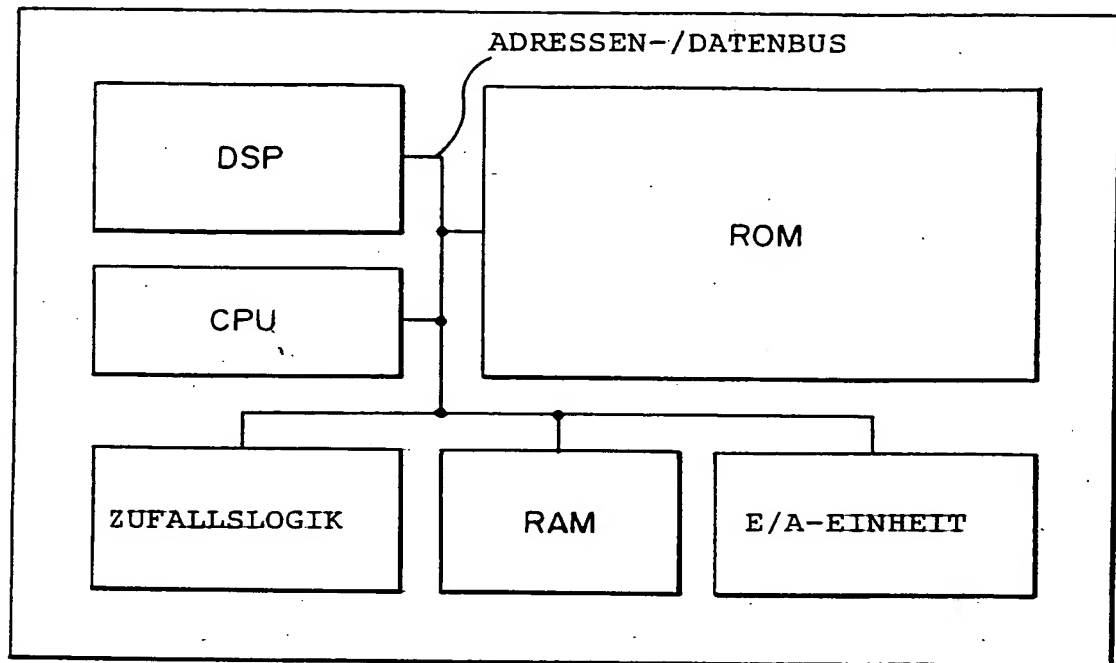


FIG. 32

